

تصویر ابو عبد الرحمن الکردي

شناختنامه جامع دایناسورهای ایران و جهان

دایناسورها

فرهنگنامه



منتدى اقرأ الثقافي

www.iqra.ahlamontada.com



عرفان خسروی

متولد ۱۳۶۲، تهران

کارشناس زیست‌شناسی جانوری از دانشگاه تهران

کارشناس ارشد بیوسیستماتیک جانوری از دانشگاه

شهید بهشتی

مدرس زیست‌شناسی در دوره‌های راهنمایی و دبیرستان

مدارس استعدادهای درخشان

مدرس جانورشناسی و تکامل در دوره‌های المپیاد

زیست‌شناسی

مؤلف کتاب‌های فسیل‌شناسی مهره‌داران، و

جانورشناسی مقایسه‌ای و مترجم کتاب میتوی طبیعت

نویسنده مقالات دیرینه‌شناسی و زیست‌شناسی در

مجلات علمی داخلی

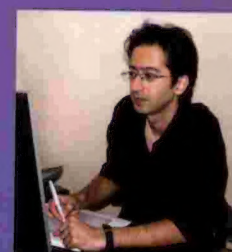
همکار در پروژه پی‌جویی دایناسورها در کرمان و

پروژه‌های فسیلی دیگر در مناطق ساوه و مراغه

مؤلف مقالات تخصصی در زمینه دیرینه‌شناسی

مهره‌داران و ردپاهای دایناسورها در همایش‌های داخلی

و خارجی



محمد رسول حقانی

متولد ۱۳۵۹، رشت

دیپلم گرافیک از هنرستان کمال‌المک رشت

لیسانس نقاشی از دانشکده هنر و معماری دانشگاه آزاد

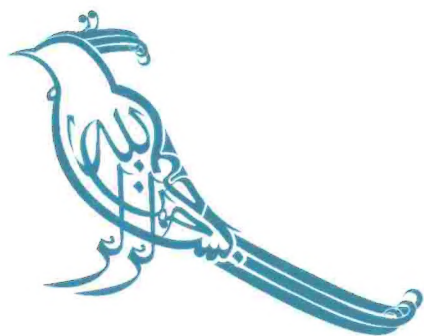
اسلامی

سوابق کاری: طراحی جلد، همکاری چهارساله در سه

پروژه انیمیشن در استودیو صبا

برگزاری نمایشگاه‌های انفرادی نقاشی، تصویرسازی

برای کتاب‌ها و مجلات کودک و نوجوان



ابتدای کار، سیمرغ ای عجب
 جلوه‌گر بگذشت بر چین، نیم‌شب
 در میان چین فتاد از وی پری
 لاجرم پرشور شد هر کشوری
 آن پر اکنون در نگارستان چینست
 اطلبوا العلم ولو بالصّین ازینست
 عطار



سرشناسه: خسروی، عرفان، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور: فرهنگنامه دایناسورها (شناختنامه جامع دایناسورهای ایران و جهان) / نویسنده عرفان خسروی.
مشخصات نشر: تهران: طلایی، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری: ۲۱۶ ص.: مصور (بخشی رنگی).
شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۱۴۷۶-۹-۴ ریال: ۲۰۰۰۰
وضعیت فهرست نویسی: فیبا
یادداشت: نمایه .
موضوع: دایناسورها
رده بندی کنگره: QE۸۶۲ ۱۳۹۰ ۵ خ ۲ د /
رده بندی دیویی: ۵۶۷/۹
شماره کتابشناسی ملی: ۲۲۸۰۹۳۰



فرهنگنامه دایناسورها

(شناختنامه جامع دایناسورهای ایران و جهان)

مدیر تولید و برنامه ریز: کاظم طلایی

نویسنده: عرفان خسروی

تصویرگر ارشد: محمدرسلول حقانی

دستیاران تصویرگر: اکبر افشار، حمید سوادکوهی

طراح گرافیک: محمد مهدی رمضانی

ویراستار: افسانه جنتی طباطبائی

تعداد: ۵۰۵۰ نسخه

چاپ دوم: فروردین ۱۳۹۱

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۱۴۷۶-۹-۴

تلفن: ۰۲۱-۸۸۸۳۸۱۶۳ نمابر: ۰۲۱-۸۸۸۱۱۵۷۵ تلفن همراه: ۰۹۱۲۶۰۱۶۴۱۹

www.talaee.ir nashre.talaee@gmail.com

همه حقوق چاپ و نشر فرهنگنامه دایناسورها، برای نشر طلایی محفوظ است.
هرگونه بهره برداری از این اثر (متن، تصویر، عکس)، به اجازه ناشر نیاز دارد.

دایناسورها

شناخت‌نامه جامع دایناسورهای ایران و جهان

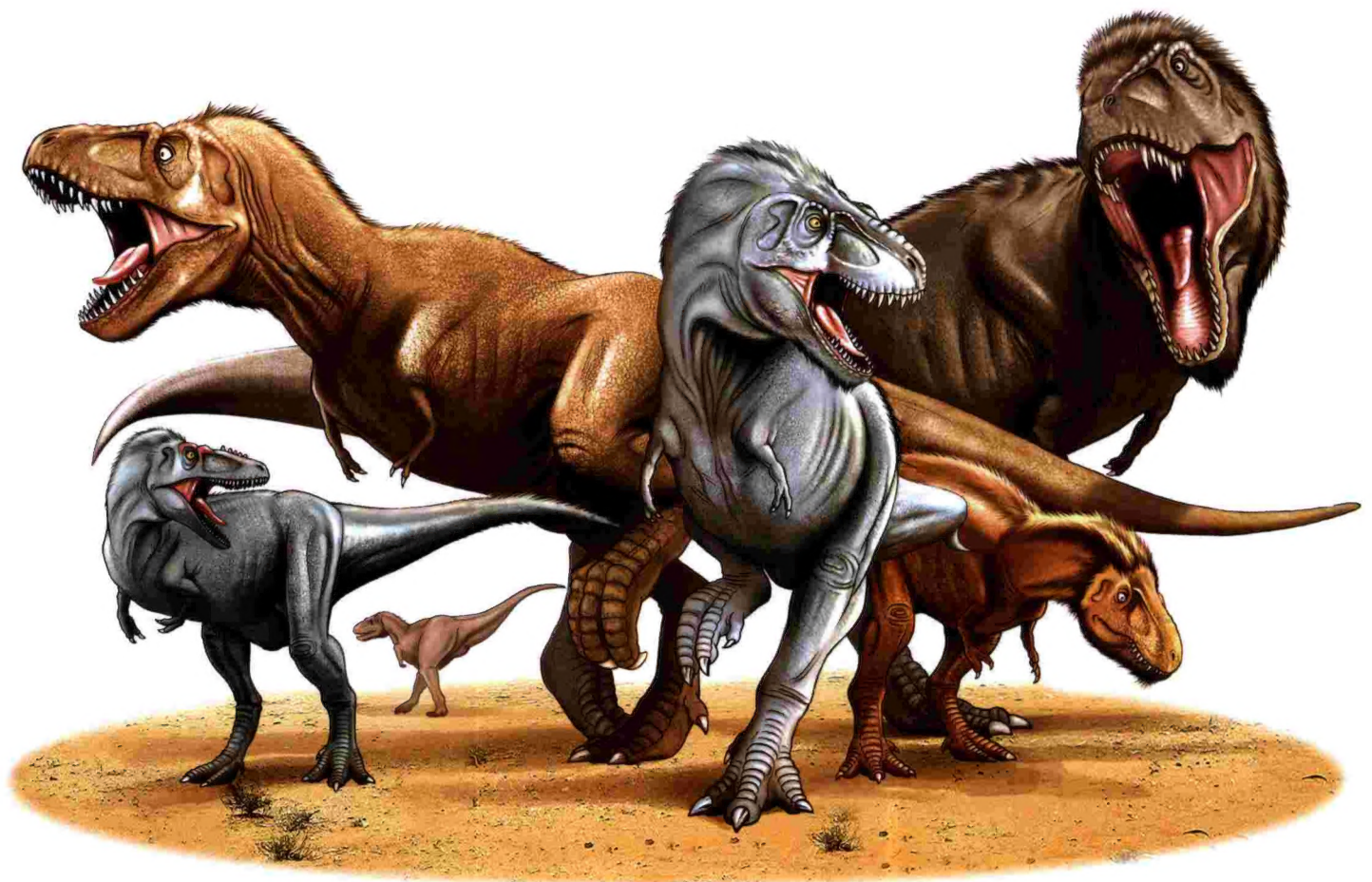
فرهنگ‌نامه


















عرفان خسروی

تصویرگر ارشد: محمدرسلول حقانی

دستیاران تصویرگر: اکبر افشار، حمید سوادکوهی





































طراح گرافیک: محمد مهدی رمضانی



۶	سختی در آغاز: تنوع زیستی و سنگواره‌ها	فصل ۱	
۸	استخوان‌های دوست‌داشتنی: دیرینه‌شناسی مهره‌داران	فصل ۲	
۱۲	کتاب زمین: دوران زمین‌شناسی و رانش قاره‌ها طرح نظریه رانش قاره‌ها،	فصل ۳	
۱۸	درخت زندگی: تکامل و رده‌بندی جانداران	فصل ۴	
۲۲	انتخاب طبیعی و طبیعی‌دانان مسلمان		
۲۳	شواهد تکامل شباهت‌های میان جانداران		
۲۸	خاستگاه اژدها: تکامل و رده‌بندی خزندگان	فصل ۵	
۲۹	ساختار مجسمه در امنیت‌ها		
۳۰	سنگ‌ها زنده می‌شوند: کالبدشناسی دایناسورها	فصل ۶	
۳۴	حاکمان جدید زمین: انقراضی پیش از دایناسورها	فصل ۷	
۳۷	الگوی توسعه دایناسورها		
۳۸	قلب‌های خون‌گرم: خوشاوندان کروکودیل‌ها	فصل ۸	
۳۹	تکامل قلب در امنیت‌ها		
۴۲	خفاش‌های خزنده: تروسورها	فصل ۹	
۴۳	گونه‌گونی حیات		
۴۶	پیدایش دایناسورها: زنده‌باد آمریکای جنوبی	فصل ۱۰	
۴۷	قدیمی‌ترین اثر کشف‌شده از دایناسورومورف‌ها		
۵۰	اورنی‌تیسکین‌ها: غزال‌های تندخو	فصل ۱۱	
۵۱	تکامل پر در دایناسورها		
۵۴	تایریوفورها: اسب‌های جنگجو	فصل ۱۲	
۵۶	استیگوسورها: تنبل‌های خاردار	فصل ۱۳	
۵۸	آنکیلوسورها: زره‌های زنده	فصل ۱۴	
۶۱	شیوه‌های دفاع در دایناسورها		
۶۲	اورنیتومیموها: گاوهاى دوپا	فصل ۱۵	
۶۵	چگونه از ردپاهای دایناسورها می‌توانیم سرعت آن‌ها را تخمین بزنیم؟		
۶۶	آنکیلوپولکس‌ها: شترهای جنگلی	فصل ۱۶	
۶۹	ناهم‌زمانی		
۷۰	هادرئوسورها: اردک‌های چهارپا	فصل ۱۷	
۷۵	دایناسورهای گیاه‌خوار غذای خود را چگونه می‌جویدند؟		
۷۵	مقاراردکی‌ها چگونه صدا تولید می‌کردند؟		

فهرست مطالب

۱۴۰	کارنوسورها: شیرهای ژوراسیک، ببرهای کرتاسه	فصل	۳۵
۱۴۵	سوخت‌وساز در دایناسورها	فصل	۳۶
۱۴۶	سیلوروسورها: اژدهای پردار	فصل	۳۷
۱۴۸	تیرانوسورها: ببر پنهان، اژدهای غران	فصل	۳۸
۱۵۱	نرخ رشد در دایناسورها	فصل	۳۹
	بیماری‌ها و آسیب‌های دایناسورها	فصل	۴۰
۱۵۶	اورنیتومایموسورها: غازهای لنگ‌دراز	فصل	۴۱
۱۵۸	مانی‌رایتورها: دست‌های دراز و بال‌های کوتاه	فصل	۴۲
۱۶۰	تری‌زینوسورها: تنبل‌های گنده پردار	فصل	۴۳
۱۶۳	ویژگی‌های مشترک سیلوروسورها، گیاه‌خوار	فصل	۴۴
۱۶۴	الوارزسورها: مورچه‌خورهای یک انگشتی	فصل	۴۵
۱۶۶	اوی‌رایتوروسورها: طاووس‌های شکارچی	فصل	۴۶
۱۷۱	نگهداری از جوجه‌ها در میان دایناسورها	فصل	۴۷
۱۷۲	یومانی‌رایتورها: عقاب‌های دونه، گرگ‌های پرنده	فصل	۴۸
۱۷۴	تروئودونتیدها: مرغانی با هوش روباه	فصل	۴۹
۱۷۶	اندازه مغز در دایناسورها	فصل	۵۰
۱۷۸	درومیوسوریدها: شیرهای بال‌دار، گربه‌های پرنده	فصل	۵۱
۱۸۴	تکامل پرواز در دایناسورها	فصل	۵۲
۱۸۶	اسکانسور یوپ‌تریجیدها: جن‌های درختی	فصل	۵۳
۱۸۸	اوپین‌ها: فاتحان آسمان	فصل	۵۴
۱۹۱	پرنده‌ای که هرگز نبود	فصل	۵۵
۱۹۲	رده‌بندی و تکامل یومانی‌رایتورها، مسئله زمان و منشأ پرنده‌گان	فصل	۵۶
۱۹۴	پرنده‌گان: سیمرغ در آینه	فصل	۵۷
۱۹۸	آیا پرنده‌ها دیگر دایناسور نیستند؟	فصل	۵۸
۲۰۰	انقراض دایناسورها	فصل	۵۹
۲۰۲	دایناسورهای ایران: سرزمین اژدها و سیمرغ	فصل	۶۰
۲۰۶	اثر جزیره‌ای چیست؟	فصل	۶۱
۲۰۸	منابع	فصل	۶۲
۲۱۰	واژه‌نامه	فصل	۶۳
۲۱۳	نمایه	فصل	۶۴

																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

سخنی در آغاز تنوع زیستی و سنگواره‌ها

دایناسورها موجوداتی عجیب، اسرارآمیز و جذاب‌اند. آن‌قدر جذاب که انگار دنیا به تب دایناسور مبتلا شده است. دایناسورها و البته موضوعات جذاب دیگری مثل ستاره‌شناسی، فضاانوردی، حیات وحش و فناوری، دانش را به موضوعی عمومی و خوشایند برای بچه‌ها تبدیل می‌کند. بدون این جذابیت، هر کدام از این رشته‌های علمی مثل همه موضوعات جدی دیگر پر از جزئیات فنی و خسته‌کننده به نظر می‌رسند. البته همین جزئیات برای متخصصان هیجان‌انگیزند اما آنچه دایناسورها را به قهرمانان فیلم‌های سینمایی، کتاب‌های کودکان و مستندهای تلویزیونی، شخصیت‌های اسباب‌بازی و خوراکی‌های خوش‌مزه تبدیل می‌کند، همان نیرویی است که قلب کودکان را از تماشای این جانوران مهیپ و شگفت‌انگیز به تیش می‌آورد!

اتفاقاً بسیاری از متخصصان دایناسورشناس - و نیز خود من، که دانشجوی جانورشناسی هستم - از روی همان هیجان کودکان تصمیم گرفتند دایناسورشناس بشوند! همیشه پای موزه‌های تاریخ طبیعی، کتاب‌های علمی کودکان و اسباب‌بازی‌های خاطره‌انگیز دوران بچگی در میان بوده است تا این آدم‌ها دیوانه‌دنیای پر گردوخاک سنگواره‌ها بشوند. خود من این اتفاق را مدیون دو کتاب هستم: کتابی که وقتی هفت سالم بود، پدرم یک بعدازظهر جمعه در راه خانه برایم خرید و هر دوی ما ساعت‌ها مشغول آن بودیم. او اسم دایناسورهای توی کتاب را بلد بود و در مورد آن‌ها چیزهایی از دوران دانشگاه به‌خاطر می‌آورد. در آن هشت‌ساله جنگ، موضوعاتی چون ستاره‌شناسی، سیاه‌چاله‌ها، سنگواره‌ها، پیدایش گیتی، اکتشاف فضا و سرانجام، دایناسورها بودند که جای قصه‌های کودکان را در خانه ما پر می‌کردند. سپس، من گنجینه کتاب‌های درسی قدیمی پدر و مادرم را کشف کردم. مادرم از این که من مات آن مطالب خسته‌کننده و جدی می‌شدم، تعجب می‌کرد و من از اینکه چرا آن‌ها مسحور آن کتاب‌ها نمی‌شدند! کتاب دوم که تیشه به ریشه‌ی علاقه آن روزهای من به فیزیک زد، رمان «پارک ژوراسیک» بود. کرایتون فقید در دوگانه ارزشمند خود، با قلم جادویی‌اش از افسون دایناسورها برای نقالی افسانه‌ای دیگر استفاده کرده بود. پس از خواندن داستان کرایتون من دیگر نمی‌خواستم دایناسورشناس شوم! نظریه آشوب، تکامل، محیط‌زیست، و نقد پنهان کرایتون به فناوری و اندیشه مصلحت‌گرایی، سبب شد که تصمیم بگیرم زیست‌شناس شوم و زیست‌شناسی یعنی رشته‌ای دربرگیرنده و فراتر از دیرینه‌شناسی. میان مطالعه آن کتاب تا عملی شدن این تصمیم چندسالی فاصله افتاد. من که در دوره دبیرستان در رشته ریاضی درس خوانده بودم؛ شاید چون از روبه‌رو شدن با زیست‌شناسی - به‌عنوان درس و تکلیف - می‌ترسیدم اما سرانجام در دانشگاه به یک دانشجوی جانورشناسی تبدیل شدم. انتخابی که آن روزها برای بسیاری عجیب بود. درواقع، هیچ‌وقت دلم نمی‌خواست پزشک یا مهندس شوم. هیجانی که از کودکی در پس دانش می‌جستم و می‌یافتم، مرا در برابر مشکلات روبین‌تن می‌کرد. در دانشگاه نگاه جدی‌تر به تنه درخت حیات، باعث شد محکم‌تر شوم و تکامل برای من به موضوعی محوری در زیست‌شناسی تبدیل گردد؛ تکامل و البته تنوع زیستی.

اکنون می‌توانم به پرسشی که احتمالاً در ذهن و ضمیر بسیاری از دوستان بوده است، راحت‌تر پاسخ دهم: تنوع زیستی گنجینه مقدسی است که باید از آن حفاظت کنیم؛ موهبت الهی بی‌مانندی است که جز آن هیجان کودکان، منشأ بسیار چیزهای خوب دیگر هم هست؛ مثلاً داروها و مواد کاربردی فراوانی که منشأ هر کدام از آن‌ها موجودی منزوی در گوشه‌ای از تنوع رنگارنگ حیات است؛ حتی بدون چنین تنگ‌چشمی سوداگرانه‌ای نیز همه انسان‌ها وام‌دار این تنوع زیستی هستند. وام‌دار طبیعت به‌عنوان گاهواره‌ای که در آن بالیده‌ایم و وام‌دار جاندارانش که زندگی ما به زنده‌بودن آن‌ها وابسته است. هوایی که تنفس می‌کنیم، آبی که می‌نوشیم و غذایی که می‌خوریم، به «تنوع زیستی» وابسته‌اند؛ دقیقاً وابسته به «تنوع». چیزی که ما را نگران می‌کند، تنها انقراض شکارهای بزرگ، مثل ببر و کرگدن، به دست شکارچیان هوس‌ران و خوش‌گذران نیست. جنگل‌هایی که همراه آن‌ها نابود می‌شوند، حیواناتی که در آن جنگل‌ها مأوا داشته‌اند و اکنون محکوم به مرگ‌اند، و گیاهان، قارچ‌ها و تک‌یاخته‌هایی که ناشناخته مانده و همراه آن طبیعت بکر از صحنه زندگی حذف شده‌اند. تنگ شدن هرروزه باغ حیات، زنگوله خطری را به صدا می‌آورد که به گردن جان ما بسته است: زندگی ما، سلامت ما و آینده ما انسان‌ها در گرو حفظ این تنوع زیستی و حراست از آن است.

... و اما آن پرسش همیشگی: مطالعه دایناسورها به چه درد گرمایش زمین و گرسنگان آفریقا و سیل‌زدگان بی‌پناه می‌خورد؟ در نگاه اول هیچ؛ اما زمانی که دوگانه کرایتون را به یاد می‌آورم که چگونه با زبانی سرگرم‌کننده چون وچرای فلسفی می‌کرد که «بشر راه را اشتباه می‌رود»، متوجه می‌شوم که انتخاب اشتباهی نکرده‌ام. مطالعه دایناسورها، راه‌گشای مسائل بسیاری در زمینه انقراض‌های جمعی، تغییرات زیست‌بوم، تکامل هم‌بسته میان جانوران و گیاهان، رقابت میان گیاه‌خواران، و از همه مهم‌تر، چگونگی تکامل و پیدایش بسیاری جانداران امروزی مثل پرندگان است. هر کدام از این موارد، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با همان «تنوع زیستی» دوست‌داشتنی و عزیز مرتبط است. کتاب جهان هیچ آیه بی‌حکمت ندارد، و معنی داد این همه سنگواره‌ها و آثار به‌جا مانده از گذشته، شاید همین باشد که ما امروز در برابر سرنوشت خود، سیاره‌مان و موجوداتی که در خانه آبی‌رنگمان با آن‌ها سهیم هستیم، باید پاسخ‌گو باشیم.

نگاه علمی زیست‌شناختی در این کتاب

دانش زیست‌شناسی هم، مثل شیمی یا فیزیک، تابع چهارچوبی است که «دانش تجربی» نام دارد. دانش تجربی، هرگز مدعی «کشف نهایی حقیقت» نبوده و نیست. به‌همین دلیل است که در دانش تجربی هیچ «قانونی» وجود ندارد بلکه تنها «فرضیه»ها و «نظریه»ها بیانگر مشاهدات و تجربیات دانشمندان هستند. تفاوت فرضیه و نظریه این است که فرضیه پشتوانه محکم تجربی ندارد، اما همیشه شواهدی تجربی نظریه‌های علمی را پشتیبانی می‌کنند. با وجود این، پذیرفته‌شده‌ترین نظریات علمی نیز، با کشف نخستین مثال نقض، فرومی‌ریزند. در یک کتاب علمی معمولاً از قیدهایی مانند «احتمالاً» و «به‌نظر می‌رسد» صرف‌نظر می‌شود؛ زیرا هر جمله‌ای که در یک کتاب علمی آمده باشد، چیزی بیش از یک نظریه نیست و حتماً «ابطال‌پذیر» خواهد بود. در این کتاب هم وقتی مثلاً گفته می‌شود فلان موجود در دوره کرتاسه «پیدا شد»، منظور این است که آثار و بقایا و سنگواره‌های این موجود نخستین بار در رسوبات دوره کرتاسه دیده شده و البته ممکن است در آینده و با اکتشافات بیشتر این اطلاعات تغییر کنند. بنابراین، نه این کتاب نه هیچ کتاب علمی دیگری مدعی ارائه حقیقت نیست بلکه تنها می‌کوشد تمام اطلاعات و شواهد و مدارکی را که تاکنون کشف شده‌اند، با ساده‌ترین توصیف‌ها دسته‌بندی کند. معمولاً به این «توصیف‌های ساده» در دانش‌های تجربی، انگاره گفته می‌شود. انگاره‌های علمی در حقیقت نظریاتی هستند که برای پیش‌بینی و توجیه داده‌های علمی به کار می‌روند. یکی از شناخته‌شده‌ترین انگاره‌ها برای همه دانش‌آموزان، انگاره جدول تناوبی عناصر است. زمانی که هنوز بسیاری از عناصر ناشناخته بودند، دانشمندان می‌توانستند

به کمک انگاره جدول تناوبی، ویژگی‌های این عناصر شناخته‌نشده را پیش‌بینی کنند و امروز که همه این عناصر شناسایی شده‌اند، می‌دانیم که انگاره جدول تناوبی عناصر، انگاره «خوبی» بوده‌است؛ چون پیش‌بینی‌های درستی بر مبنای آن انجام گرفته‌است. نظریه تکامل هم درست مانند جدول تناوبی عناصر، انگاره موفق است که تاکنون، هم توانسته‌است داده‌ها و کشفیات زیست‌شناختی را توضیح دهد، و هم پیش‌بینی‌های درستی در مورد داده‌هایی که انتظار کشف آن‌ها را می‌کشیم، ارائه دهد. مثلاً تا مدت‌ها دانشمندان تصویری کردند که تیرانوسورها (فصل ۳۷) به خاطر خویشاوندی نزدیک با پرندگان، پردار بوده‌اند، تا اینکه سرانجام سنگواره یک تیرانوسور پیدا شد که بقایای پره‌های حیوان را هم در خود داشت. این انگاره علمی، یعنی تکامل، مبنای قسمت اعظم مطالب این کتاب است، پس لازم دیدم تا در این مورد توضیح مختصری اضافه کنم، اما من در کتاب دیگری (مینوی طبیعت؛ ۱۳۸۹، سرای دانش) به‌طور مفصل درباره تکامل صحبت کرده‌ام و کوشیده‌ام نشان دهم چرا این نظریه، محور خوبی برای دانش زیست‌شناسی است؛ ضمن اینکه با اعتقادات دینی ما نیز ناسازگار نیست.

درباره «فرهنگ‌نامه دایناسورها»

در این کتاب، کوشیده‌ام که در همه‌جا تلفظ‌های درست نام دایناسورها ضبط شود. به‌جز مسائل فنی درباره دایناسورها رویکرد ما به‌ویژه در این کتاب، بهره‌گیری از همان هیجان و جذابیت دنیای رنگارنگ دایناسورها برای آموزش برخی مفاهیم پایه‌ای در زمینه تکامل و تنوع زیستی بوده است. مهم‌ترین ویژگی و برتری این کتاب نیز تصویرسازی‌های فوق‌العاده دقیق، علمی و چشم‌نواز آن است. کوشیده‌ام کتاب بیش از همه برای دانش‌آموزان دوره‌های راهنمایی و دبیرستان قابل استفاده و جذاب باشد؛ بنابراین، حتی پیچیده‌ترین مسائل علمی نیز به ساده‌ترین زبان ممکن برای این دانشمندان آینده بازگو شده‌اند. زمانی که خسرو رجبی‌زاده پیشنهاد نگارش این کتاب را به من داد، من این کار را در اولویت نمی‌دانستم. می‌دیدم که حتی در دانشگاه‌های ما، دانشجویان زیست‌شناسی نگاهی سطحی به تکامل و تنوع زیستی دارند؛ نگاهی که فکر می‌کنم حتی در مواردی خطرناک و نگران‌کننده است. در چنین محیطی، صحبت کردن از دایناسورها جز در قالب فیلم‌های سینمایی بعدازظهر جمعه چه‌فایده‌ای می‌تواند داشته باشد؟ اما در نخستین دیداری که با آقای طلایی داشتم، متوجه شدم که می‌توانیم با همکاری دوستانه ایشان و همکاران هنرمندشان، کتابی با ظرفیت‌های جدید ایجاد کنیم. کتابی که در زیر پوست زیبای دایناسوری‌اش، حرف‌هایی از تکامل، تنوع زیستی و انقراض داشته‌باشد. کتابی که مخاطبان نوجوان و جوانش را به افرادی آگاه و دل‌سوز نسبت به محیط‌زیست خود و جهان اطرافشان تبدیل کند. نمی‌دانم در رسیدن به این هدف چقدر موفق می‌شویم اما حتی اگر یک دقیقه تأمل و اندیشه در طبیعت نیز نصب نوجوانی شود که نسخه‌ای از کتاب ما را در دست می‌گیرد، من احساس رضایت می‌کنم؛ زیرا دست‌کم امیدوارم موضوعی که تا دیروز خیالی و کودکانه تلقی می‌شد، به‌تدریج به ابزاری تبدیل شود که نسل‌های آینده به کمک آن نگاهی حساس‌تر و مهربان‌تر به طبیعت داشته باشند.

من این کتاب را به دانشمند کوچکی به نام دلارام تقدیم می‌کنم که با زبانی کودکانه از من درباره دایناسورها سؤال‌های سختی می‌پرسید؛ همین‌طور دوست دارم این کتاب را به همه بچه‌هایی که مثل دلارام کوچولو کنجکاو و جویای دانش‌اند، به‌ویژه شاگردان عزیزم در مدرسه راهنمایی علامه حلی یک تهران تقدیم کنم؛ آن‌ها که برای هرکدامشان آرزوی بهترین‌ها را دارم.

سپاس‌داری

این کتاب، میوه شیرین تلاشی یک‌ونیم‌ساله است که اگر لطف پروردگار و حمایت خانواده عزیزم، به خصوص پدر و مادرم، نبود، هرگز آغاز نمی‌شد و پایان نمی‌گرفت. طی این مدت، گاهی روزها و هفته‌ها بی‌توجه به اطراف، مشغول کار می‌شدم و همچون کودکی نیازمند مراقبت و پرستاری آن‌ها بودم. همان‌طور که اشاره کردم، نگارش این کتاب به پیش‌نهاد و سپارش دوست عزیزم، خسرو رجبی‌زاده آغاز شد. برادر بزرگترم، مجید میرزایی عطاءآبادی، هرگاه که به کمکش نیاز داشتم، حتی از سرزمین‌های دوردست قطبی و در زمان تحقیقات علمی‌اش، بی‌دریغ به یاری من می‌شتافت. بی‌یاری این عزیزان پای لنگان من یاری‌ای گذر از سختی‌ها را نداشت.

از سوی دیگر حمایت حقیقتاً بی‌دریغ مدیریت نشر طلایی، موجب شد تا بتوانم کتابی بنویسم که وقتی خودم دانش‌آموز بودم، دلم می‌خواست آن را در قفسه کتاب‌فروشی‌ها پیدا کنم. به‌علاوه، بی‌همت همکارانی که در این مسیر خسته‌کننده، بی‌چشمداشت همراه من و کتاب بودند، قطعاً این کتاب شکل دیگری می‌یافت؛ به‌خصوص به‌خاطر تصویرسازی‌های علمی، دقیق، به‌روز، و از همه مهم‌تر چشم‌نواز کتاب، که حاصل فرایندی یک‌ساله از توصیف و تشریح و طرح‌زدن بود، سپاسگزار آقای محمد رسول حقانی هستم. بابت صفحه‌آرایی جذاب و گیرای کتاب، طراحی گرافیک و معماری اطلاعات، هم‌فکری، هم‌صحبتی و هم‌نشینی چندماهه برای حصول نتیجه بهتر از آقای محمدمهدی رمضانی تشکر می‌کنم. به خاطر اجرای زیبا و ماهرانه تعداد قابل توجهی از تصویرهای کتاب در وقت تنگی که تا رسیدن کتاب به چاپ و نمایشگاه باقی بود، سپاس‌دار آقایان اکبر افشار و حمید سوادکوهی هستم. نشر این کتاب را هم خانم افسانه طباطبائی با دقت و وسواسی که شایسته مطالب علمی است، تصحیح کردند و کژتابی‌ها، اشتباهات زبانی، و هرآنچه را که ممکن بود گنگ و نامفهوم‌باشد، قلم گرفتند و اصلاح نمودند. برای تک‌تک این عزیزان آرزوی موفقیت‌های بسیار در زندگی دارم. با وجود این، اگر کم‌وکاست و ایراد و اشکالی در این کتاب می‌بینید، بی‌شک مسئول آن‌ها نویسنده کتاب است. بنابراین، امیدوارم استادان، دوستان، همکاران و دانش‌آموزان عزیز مرا از نظرها، دیدگاه و نقدهای سازنده خود بی‌نیاز ندانند.

عرفان خسروی

erfan.khosravi@gmail.com



استخوان‌های دوست‌داشتنی دیرینه‌شناسی مهره‌داران

دیرینه‌شناسی شاخه‌ای از دانش زیست‌شناسی است که به مطالعه زندگی جانداران پیش از تاریخ می‌پردازد. زندگی جانوران و گیاهان مختلف، رابطه آن‌ها با زیست‌بوم، تغییرات زیست‌بوم از جمله تغییر در آب‌وهوا و اقلیم یا تغییر جغرافیا و پراکنش و تنوع جانداران، چگونگی تکامل و انقراض آن‌ها، خویشاوندی آن‌ها با یکدیگر و جانداران امروزی، از آن جهت که الگویی برای درک برهم‌کنش‌های میان جانداران امروزی فراهم می‌کند، برای ما اهمیت دارند و موضوع مطالعه این رشته هستند.

تاریخچه دانش دیرینه‌شناسی

مردم در مناطق مختلف دنیا از قدیم با سنگواره‌ها آشنا بوده‌اند اما کمتر کسی می‌توانسته است تصور کند که نقش‌ونگارهای برجسته روی سنگ‌ها، که شکل جانوران و گیاهان اند، زمانی جان‌داشته و روی زمین نفس می‌کشیده اند. یونانیان باستان و به‌پیروی از آن‌ها، کلیسای کاتولیک در قرون وسطا سنگواره‌ها را موجوداتی می‌دانستند که خلقت آن‌ها نیمه‌کاره رها شده است. جهان‌گردانی که به خاور دور سفر می‌کردند و در مسیر خود از بیابان خشک گویی (در مغولستان) می‌گذشتند، با استخوان‌های دایناسورها که از میان ماسه‌ها سر برآورده بودند، روبه‌رو می‌شدند و از آن‌ها با نام‌هایی مانند اژدها و شیردال یاد می‌کردند.

البته کسانی هم بوده‌اند که با این نگاه‌های خرافی کنار نمی‌آمدند. پورسینا (ابن‌سینا)، دانشمند خراسانی قرن چهارم هجری، زمانی که در سفری از میان صخره‌های کوهستانی می‌گذشت، با ردپاهایی از دایناسورها روبه‌رو شد و در گزارش خود به‌درستی آن‌ها را «آثار جانوران باستانی» نامید. او در کتاب شفا نه تنها در مورد سنگواره‌ها بلکه درباره فرایندهای زمین‌شناسی نیز صحبت می‌کند. چند دهه پس از پورسینا، شن کوئا^۱، دانشمند طبیعی‌دان چینی با مشاهده سنگواره‌های گیاه نی، در مورد تغییرات آب‌وهوا نظریه‌ای ارائه کرد. لئوناردو داوینچی^۲، هنرمند و مهندس ایتالیایی نیز که پنج قرن پس از پورسینا می‌زیست، متوجه شده بود که سنگواره‌ها آثاری از زندگی گذشته زمین هستند اما شاید به‌علت ترس از کلیسا این عقیده او عمومیت نیافت.

بارون ژرژ کویه^۳، که در پایان قرن هیجدهم در مورد جانوران منقرض شده کتابی نوشت، نخستین دیرینه‌شناس حرفه‌ای محسوب می‌شود. در اوایل قرن نوزدهم سردبیر یک نشریه علمی فرانسوی واژه دیرینه‌شناسی را ابداع کرد. پس از انتشار کتاب جنرال‌برانگیز خاستگاه گونه‌ها^۴ اثر داروین^۵، دیرینه‌شناسی تحول بیشتری یافت. یکی از مخالفان سرسخت داروین، ریچارد اُون^۶ بود که برای نخستین‌بار نام دایناسورها را ابداع کرد و به‌کار برد. برداشت طبیعی‌دانان آن زمان از دایناسورها با دوره معاصر تفاوت‌های زیادی داشت.

سنگواره‌ها

جانوران طی زندگی خود آثار و بقایایی مثل ردپا، دندان، تخم و مدفوع تولید می‌کنند که ممکن است به سنگواره تبدیل شوند. پس از مرگ نیز ممکن است قسمتی از بدن یک جانور یا حتی تمامی آن به صورت سنگواره درآید. در گیاهان نیز بقایای برگ‌ها، شاخه، پوست، گل، میوه، دانه و به‌خصوص گرده‌ها و هاگ‌ها ممکن است به سنگواره تبدیل شوند. سنگواره‌ها همیشه و در همه‌جا تشکیل نمی‌شوند. برای تشکیل سنگواره باید آثار به‌جا مانده از موجودات زنده زیر لایه‌های رسوبی قرار بگیرند و دست‌نخورده بمانند. ممکن است این رسوبات شن‌های کف دریا یا خاک و برگی باشند که در برکه‌ها و باتلاق‌ها رسوب می‌کنند. حتی ممکن است



شیردال‌ها از کجا می‌آیند؟

سنگواره‌های پروتوسراتوپس (← فصد. ۲۰) در صحرای گویی فراوان یافت می‌شود و در قرون وسطی نیز دیده‌شدن بقایای همین دایناسور، منشأ الهام جانورانی تخیلی مانند شیردال در ذهن جهان‌گردان اروپایی بود.

دایناسوری ناگهان زیر توفان شن مدفون شود (← فصد. ۲۰، ۴۲ و ۴۴). بقایای جانوران اغلب به سنگ تبدیل می‌شوند؛ گرچه ممکن است آثاری از شکل یاخته‌ها و بافت استخوانی یا حتی پروتئین‌های جان‌سخت را میان سنگواره‌ها پیدا کرد (← فصد. ۱۳، ۱۴، ۱۹، ۳۷ و ۴۲).

شاخه‌های دانش دیرینه‌شناسی

دیرینه‌شناسی یا دیرینه‌زیست‌شناسی^۸، مثل باستان‌شناسی و تاریخ، رشته‌ای است که با زمان‌های گذشته سروکار دارد. شواهد گذشته زمین در دل سنگ‌ها پنهان شده‌اند؛ بنابراین، دیرینه‌شناسی با زمین‌شناسی ارتباطی تنگاتنگ دارد و از سوی دیگر موضوع مطالعه آن، موجودات زنده گذشته زمین است و بنابراین، شاخه‌ای از زیست‌شناسی محسوب می‌شود. گاهی دیرینه‌شناسی با رشته باستان‌شناسی نیز هم‌پوشانی دارد: باستان‌شناسان به بررسی بقایای انسان‌ها و فرهنگ‌های انسانی می‌پردازند؛ بنابراین، مطالعه آثار سنگواره‌ای انسان‌ها و جانورانی که در کنار انسان‌ها زندگی می‌کرده‌اند، هم می‌تواند جزء دیرینه‌شناسی باشد (رشته دیرینه‌انسان‌شناسی^۹) و هم جزء باستان‌شناسی (رشته باستان‌جانورشناسی^{۱۰}).

دیرینه‌شناسی معمولاً به سه شاخه تقسیم می‌شود: ۱- دیرینه‌شناسی آثار میکروسکوپی^{۱۱}، مثل جانداران تک‌یاخته‌ای و گرده‌ها و هاگ‌های گیاهی. در کشور ما به این شاخه توجه بسیار زیادی می‌شود؛ زیرا با اکتشافات نفتی ارتباط تنگاتنگی دارد. ۲- دیرینه‌گیاهی^{۱۲} که همان‌طور که از نامش پیداست، با سنگواره‌های گیاهان سروکار دارد. ۳- دیرینه‌شناسی جانوری^{۱۳} که کمتر مورد توجه ما ایرانی‌ها بوده است. دیرینه‌شناسی جانوری شامل دو حوزه کاملاً مجزا است: دیرینه‌شناسی بی‌مهرگان و دیرینه‌شناسی مهره‌داران. معمولاً سنگواره‌های بی‌مهرگان آسان‌تر به‌دست می‌آیند. بیشتر علاقه‌مندان حرفه‌ای و غیر حرفه‌ای دیرینه‌شناسی، به جمع‌آوری نمونه‌هایی از سنگواره‌های بی‌مهرگان می‌پردازند اما جذاب‌ترین شاخه دیرینه‌شناسی، شاخه‌ای است که به بررسی سنگواره مهره‌داران می‌پردازد. کمیاب بودن آثار مهره‌داران باعث می‌شود که بیشتر، حرفه‌ای‌ها به جست‌وجوی آن‌ها بپردازند. به همین دلیل سنگواره دایناسورها این‌قدر گران‌قیمت و پرترفدار است.

دیرینه‌شناسان سنگواره‌های مهره‌داران را چگونه بررسی می‌کنند؟

نخستین گام در بررسی سنگواره‌های مهره‌داران، پیدا کردن آن‌هاست. دیرینه‌شناسان بر اساس اطلاعاتی که زمین‌شناس‌ها از نوع و سن رسوبات مناطق مختلف ارائه می‌کنند، در مناطق مناسب به دنبال سنگواره می‌گردند؛ مثلاً اگر شما در جست‌وجوی سنگواره دایناسور هستید، باید به دنبال رسوباتی باشید که در رودخانه‌ها، مرداب‌ها یا ماسه‌زارها تشکیل شده‌اند.

دیرینه‌شناسان مدت‌های طولانی در گروه‌های بزرگ شامل استادان و دانشجویان داوطلب به پی‌جویی در مناطق انتخاب‌شده می‌پردازند. معمولاً استخوان دایناسورها در میان سنگ‌های بسیار محکم یافت می‌شود. گاهی تنها گوشه‌ای از یک استخوان، از سطح شکسته سنگ پیداست. دیرینه‌شناس باید با چشمانی تیز به دنبال هر اثر کوچک روی سنگ‌ها باشد. ممکن است ردپایی بسیار کم‌عمق یا استخوان یا دندان‌ی بسیار کوچک در دل صخره‌ای باشد و خود را تنها به چشمان تیزبین یک کاوشگر باتجربه نشان دهد.

پس از پیدا کردن استخوان‌های یک دایناسور، باید همه صخره‌هایی که ممکن است حاوی نمونه باشند، گچ گرفت و به آزمایشگاه منتقل کرد. در مورد سنگواره‌هایی که حاوی اسکلت کامل‌اند، باید از گچ و نواریچی استفاده کرد. گاهی قطعات چندتایی سنگ و کلوخ، که در میان نوارهای گچی محکم شده‌اند، به کمک جرقیل به آزمایشگاه منتقل می‌شوند. در آزمایشگاه سنگ را به کمک اسیدهای بسیار ضعیف

حل می‌کنند تا سنگواره درون آن هویدا شود. این فرایند چند سال طول می‌کشد. برای مشخص کردن محتوای صخره‌ها گاهی از فناوری‌هایی مثل سی.تی.اسکن و رادیوگرافی استفاده می‌کنند. پس از این مرحله، نوبت به بازسازی اسکلت و تصویرسازی دقیق از تک‌تک استخوان‌ها می‌رسد. مهم‌ترین و دشوارترین قسمت کار دیرینه‌شناس، بازسازی دقیق آناتومی دایناسور و مقایسه آن با دایناسورهای دیگر است.

مطالعه دیرینه‌شناسی مهره‌داران به دانش وسیعی درباره زیست‌شناسی، رفتارشناسی، تشریح و استخوان‌شناسی، فیزیولوژی، بافت‌شناسی، و رشته‌های مرتبطی مثل زمین‌شناسی و گیاه‌شناسی نیاز دارد. دانشمندان هستند که به‌طور تخصصی سنگواره‌های مدفوع دایناسورها را مطالعه می‌کنند. آن‌ها باید استخوان‌های خردشده میان مدفوع دایناسورهای گوشت‌خوار و الیاف و دانه‌های گیاهی درون مدفوع دایناسورهای گیاه‌خوار را به خوبی شناسایی کنند. چنین اطلاعاتی در شناخت بوم‌شناسی دایناسورها ارزش بسیار زیادی دارند. دانشمندان دیگری هم متخصص شناخت ردپاهای دایناسورها هستند. از روی ردپاها می‌توان به سرعت حرکت، نوع گام برداشتن، زندگی اجتماعی، و روابط شکار و شکارچی در زمان دایناسورها پی برد. کار دیرینه‌شناسان گاهی به کار کارآگاهان شباهت زیادی پیدا می‌کند. کوچک‌ترین اثر شکستگی یا جای دندان می‌تواند بازگوکننده حقایق جالبی پیرامون زندگی حیواناتی باشد که میلیون‌ها سال پیش روی زمین زندگی می‌کرده‌اند.

اکتشاف: جابه‌جایی پوسته

زمین باعث بالآمدن لایه‌های رسوبی می‌شود. اگر در میان این لایه‌ها سنگواره‌ای وجود داشته باشد، به راحتی در میان صخره‌ها دیده می‌شود. در حین بیرون آوردن سنگواره از دل سنگ‌ها، کاهش تماس سنگواره با هوا و آفتاب، ممکن است به سالم ماندن مواد آلی درون سنگواره کمک کند.

سنگواره شدن: افزایش

رسوبات طبقات بالاتر و فشار وزن آن‌ها به تدریج باعث استحکام بیش‌تر ماسه‌سنگ‌ها می‌شود و استخوان‌های مدفون شده را به سنگواره تبدیل می‌کند. تدفین استخوان‌ها در فشار زیاد، می‌تواند باعث حفظ برخی مواد آلی مثل پروتئین‌ها شود.

دفن شدن: جسد دایناسور

زیر رسوبات مدفون می‌شود. مثلاً سیلاب یک رودخانه می‌تواند باعث مدفون شدن جسد شود. این رسوبات به ماسه‌سنگ تبدیل می‌شوند. ماسه‌سنگ می‌تواند به خاطر ساختارش تا حد زیادی از مواد آلی محافظت کند.

مرگ: نخستین شرط برای این که

سنگواره خوبی از دایناسور به دست برسد، این است که لاش خورها به سراغش نروند.



دانشمندان نه تنها استخوان‌های دایناسورها را از دل سنگ‌ها بیرون می‌کشند، بلکه می‌توانند برخی مواد آلی (مثلاً پروتئینی به نام کلاژن) را از سنگواره دایناسورها استخراج کنند. بررسی مولکولی این مواد، نشان می‌دهد دایناسورها بیش از هر جانوری به پرنده‌گان امروزی شبیه‌بوده‌اند (فصل ۴۸).

دیرینه‌شناسی دایناسورها از آغاز تا امروز

در این‌جا تاریخ دانش دیرینه‌شناسی، به‌ویژه دیرینه‌شناسی دایناسورها به چند دوره مختلف تقسیم شده‌است. از ۳۰۰ پیش از میلاد تا پیش از ۱۸۲۰ میلادی، کسی برای کشف سنگواره‌های دایناسورها تلاش نمی‌کرد؛ بنابراین نخستین دوره از اکتشاف دایناسورها، از ۱۸۲۰ آغاز می‌شود که بررسی و کشف آن‌ها صورتی علمی پیدا کرد.

۳۰۰ پیش از میلاد

← چانگ شو در مورد استخوان‌های «آدها» در استان سیچوان چین توضیح داده‌است.

۱۶۷۷ میلادی

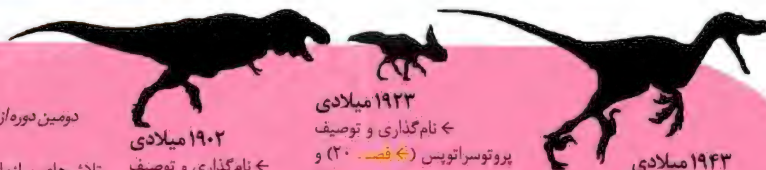
← گزارشی از کشف استخوان ران یک «انسان غول‌پیکر» در انگلستان

۱۷۸۷ میلادی

← گزارشی از کشف خزنده‌های باستانی در نیوجرسی برای پنجمین فرانکلین قرانت می‌شود.

۱۸۰۰ میلادی

← کشف ردپاهای کلاغ گشتی نوح در کانکتی کات



۱۹۲۳ میلادی

← نام‌گذاری و توصیف پروتوسراتوپس و لاسی‌رایتور (۲۰ فصل، ۲۵)

۱۹۰۲ میلادی

← نام‌گذاری و توصیف تیرانوسورس (۳۷ فصل، ۳۷)

۱۸۹۹-۱۹۲۹

دومین دوره از اکتشاف دایناسورها: دوره کلاسیک
تلاش‌های سازمان یافته موزه‌ها و استخدام دیرینه‌شناسان در مراکز علمی، برگزاری پی‌جوبی‌های بزرگ دایناسورها توسط موزه‌ها در آسیا

۱۸۸۷ میلادی

← نام‌گذاری سورسپکین‌ها و اورنی‌تیسکین‌ها (۱۱ و ۲۲ فصل)

۱۸۸۲ میلادی

← نخستین رده‌بندی دایناسورها

۱۹۴۳ میلادی

← نخستین فرضیه در مورد انقراض دایناسورها: انقراض به دلیل تب کردن!

۱۹۶۹-۱۹۹۸

چهارمین دوره از اکتشاف دایناسورها: دوره نوزایی اهمیت یافتن درخت‌های تبارزایی، بوم‌شناسی، نرم‌افزارهای رایانه‌ای، سی‌تی‌اسکن سنگواره‌ها و توسعه پی‌جوبی‌های صحرایی، و نخستین کتاب‌های عمومی دایناسورشناسی که توسط دیرینه‌شناسان حرفه‌ای برای مردم عادی نوشته شده‌بود.

۱۹۶۹ میلادی

← توصیف دایونیکوس به‌عنوان گروهی با ویژگی‌ها و نیای مشترک، و مشتمل بر پرندگان

۱۹۷۴ میلادی

← توصیف دایناسورها به‌عنوان گروهی با ویژگی‌ها و نیای مشترک، و مشتمل بر پرندگان

۱۹۷۵ میلادی

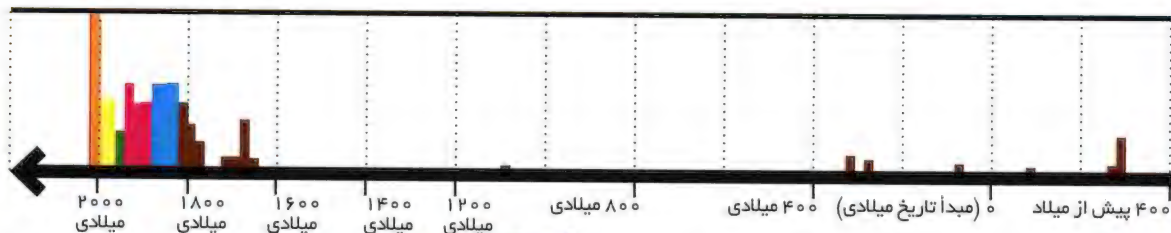
← انتشار مقاله‌ای مفصل پیرامون خون‌گرم‌بودن دایناسورها در مجله ساینتیفیک آمریکن

۱۹۲۹-۱۹۶۹

سومین دوره از اکتشاف دایناسورها: دوره نوین اهمیت یافتن رانش‌قاره‌ها (۴ فصل، ۳) و تکامل (۴ فصل، ۴) و ریخت‌شناسی (۶ فصل، ۶) در مطالعه دایناسورها. فروکش کردن فعالیت موزه‌ها و افزایش فعالیت دانشگاهی

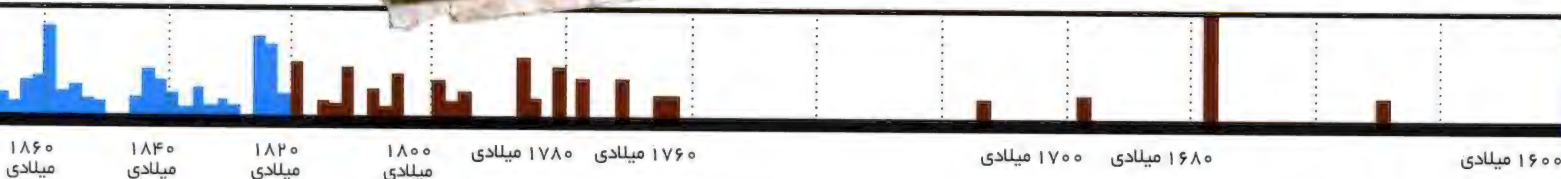
۱۹۵۷ میلادی

← کشف یافت استخوانی ویژه مهره‌داران خون‌گرم در سنگواره دایناسورها (۲۵ فصل، ۳۵)



خط زمانی میزان اکتشافات انجام گرفته روی دایناسورها

بخش‌هایی از خط زمانی که اهمیت بیش‌تری داشته‌اند در پایین صفحه با بزرگ‌نمایی بیش‌تری ارائه شده‌است. رنگ‌های این خط زمانی، متناظر با دوره‌های مختلف دانش دیرینه‌شناسی انتخاب شده‌اند. تقسیم‌بندی این دوره‌ها بر اساس تغییرات دیدگاه‌ها و روش‌های علمی صورت گرفته‌است. نظر دانشمندان درباره دایناسورها از زمان ریچارد اوان تا کنون تغییرات فوق‌العاده زیادی کرده است. ریچارد اوان با مشاهده سنگواره سه دایناسوری که تا آن زمان کشف شده بودند، آن‌ها را دایناسور، به‌معنای «سوسمار ترسناک»، نامید. به نظر اوان، دایناسورها مارمولک‌های غول‌پیکری بودند که روی چهار دست‌وپای خود راه می‌رفتند. پس از او، دانشمندان نمونه‌های خیلی بهتری از دایناسورها را کشف کردند و متوجه شدند که اغلب آن‌ها دو پا بوده‌اند و بدنشان با مارمولک‌ها متفاوت بوده است. دانشمندان اوایل قرن بیستم، دایناسورها را گروهی جالب از خزندگان خون‌سرد می‌دانستند که دوره حکمرانی آن‌ها بر زمین مدت‌ها پیش تمام شده است. در نیمه دوم قرن بیستم، گروه دیگری از دیرینه‌شناسان نشان دادند که دایناسورها شباهت‌های خیلی بیشتری به پرندگان دارند. از آن زمان تا کنون، ما به تدریج متوجه شده‌ایم که دایناسورها خزندگان خون‌گرم، باهوش، اجتماعی و پردار بوده‌اند. دایناسورهایی که امروز می‌شناسیم، آن‌قدر به پرندگان شبیه‌اند که جدا کردن پرندگان از آن‌ها کاملاً بی‌معنی است (۴۸ فصل، ۴۸).



۱۸۳۷ میلادی

← توصیف پلاتیوسورس
(فصل ۲۳)، مدت‌ها طول کشید تا متوجه شدند پلاتیوسورس یک دایناسور است.

۱۸۳۷ میلادی

← توصیف ستیوسورس
(فصل ۲۴) توسط ریچارد اُون به عنوان یک «خزنده آبی».

۱۸۴۲ میلادی

توصیف گروه «دایناسورها» توسط ریچارد اُون بر مبنای مگالوسورس، ایگوانودون، و هیلپوسورس؛ هشت دایناسور دیگر هم در آن زمان کشف شده بودند، اما اُون نمی‌دانست آن‌ها هم دایناسوره هستند.

۱۸۳۰ میلادی

← چاپ کتاب «اصول زمین‌شناسی» توسط چارلز لایل و معرفی زمین‌شناسی به عنوان یک دانش تجربی.

۱۸۳۷ میلادی

← توصیف مگالوسورس
(فصل ۳۳) در ۲۰ فوریه در انجمن زمین‌شناسی لندن

۱۸۳۷ میلادی

← توصیف مگالوسورس
(فصل ۳۳) در ۲۰ فوریه در انجمن زمین‌شناسی لندن

۱۸۵۵ میلادی

← کشف نخستین نمونه از آرکیوپ‌تریکس (فصل ۴۷). تا ۱۹۷۰ کسی نمی‌دانست این نمونه متعلق به آرکیوپ‌تریکس است؛ زیرا سنگواره‌اش بدون پر بود!

۱۸۵۸ میلادی

← کشف هادروسورس (فصل ۱۷) مشخص کرد که دایناسورها دویا بوده‌اند.

۱۸۶۷ میلادی

← انتشار مقالاتی گوناگون پیرامون شباهت‌های دایناسورها و پرندگان

۱۸۲۵ میلادی

← توصیف و نام‌گذاری ایگوانودون (فصل ۱۶) از روی یک دندان توسط پزشکی انگلیسی به نام گیدعون منتل؛ او بعدها به کشف و جمع‌آوری حرقه‌های سنگواره‌ها مشغول شد.

۱۸۲۲ میلادی

← نام‌گذاری مگالوسورس، بدون توصیف دقیق

۱۸۲۰-۱۸۹۹

نخستین دورهٔ اکتشاف دایناسورها؛ دورهٔ حماسی تلاش‌های انفرادی افراد علاقه‌مند و نخستین مقالات علمی دیرینه‌شناسی

۱۸۷۸ میلادی

← کشف تعداد زیادی سنگوارهٔ ایگوانودونیتید مشخص کرد ایگوانودون چهارپا نبوده‌است.

۱۸۷۷ میلادی

← نام‌گذاری و توصیف کاماراسورس (فصل ۲۷)، استیگوسورس (فصل ۱۳)، آپاتوسورس (فصل ۲۶) و آلوسورس (فصل ۳۵)

۱۹۸۶ میلادی

← برگزاری نخستین سمینارهای بین‌المللی پیرامون رده‌بندی و ردیاهای دایناسورها؛ انتشار نخستین مقالات در مورد رده‌بندی دایناسورها بر مبنای رده‌بندی‌های تکاملی (فصل ۴)؛ اثبات تکامل پرندگان از دایناسورهای گوشتخوار (فصل ۲۷)

۱۹۸۹ میلادی

← کشف اثر برخوردی چیکشولوب در میکزیک (فصل ۴۹)

۱۹۹۰ میلادی

← انتشار نخستین کتاب‌های تخصصی و جامع دربارهٔ دایناسورها

۱۹۹۲ میلادی

← کشف سنگوارهٔ یک اوی‌رایتورید در لانه‌اش در حالی که روی تخم‌های خودش خوابیده بود (فصل ۴۲).

۱۹۹۳ میلادی

← فیلم پارک ژوراسیک برای نخستین بار دایناسورها را جانورانی در حال زندگی معمولی (و نه هیولاهای عجیب) نمایش داد.

۱۹۹۷ میلادی

← توصیف نخستین دایناسور پردار (به جز آرکیوپ‌تریکس و پرندگان) (فصل ۲۶)

۱۹۹۸ تا امروز

پنجمین دورهٔ اکتشاف دایناسورها؛ دورهٔ ارتباطات توسعهٔ امکانات ارتباطی و رایانه‌ای، گسترش تحقیقات میان‌رشته‌ای، دسترسی آسان به مقالات و اطلاعات علمی، برقراری ارتباط نزدیک میان دایناسورشناس‌های حرفه‌ای و افراد علاقه‌مند، توجه دیرینه‌شناسان به نقاط بکر و دست‌نخورده به لطف امکانات ارتباطی جدید، قرار گرفتن پرندگان در دل دایناسورها و خزندگان در کتاب‌های درسی

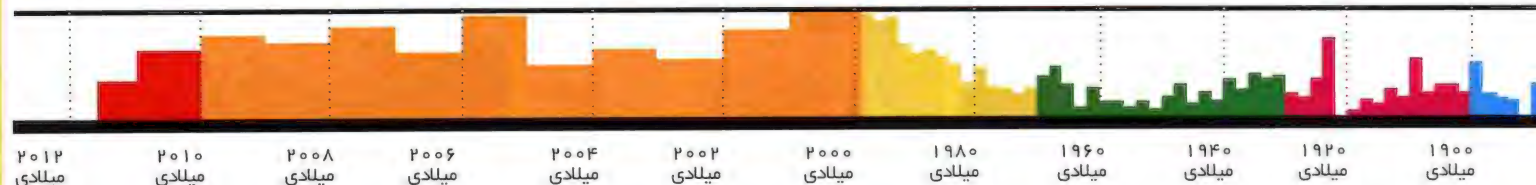
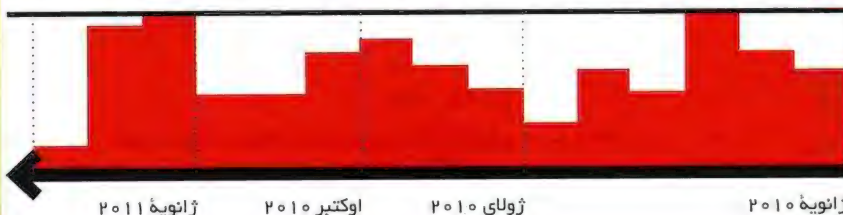
۲۰۰۱ میلادی

← پی‌جویی دایناسورها در ایران (فصل ۵۰)

۲۰۱۱ میلادی

نگارش نخستین فرهنگ‌نامهٔ جامع دایناسورها با پس‌زمینهٔ زیست‌شناختی به زبان فارسی برای دانش‌آموزان ایرانی

هیچ‌کس نمی‌داند در آینده چه دایناسورهایی کشف خواهند شد، چه روش‌های جدیدی ابداع می‌شوند و نگاه ما به دایناسورها چه تغییری می‌کند. مطالعهٔ این جانوران در سال‌های اخیر شکل دیگری گرفته و بیش‌ازپیش با زمینهٔ مطالعات پرندشناسی آمیخته‌است. شاید ویرایش‌های بعدی همین کتاب، بازگوکنندهٔ اکتشافات آیندهٔ دایناسورشناس‌های جهان برای شما باشد.



ایگوانودون (فصل ۱۶) یکی از سه دایناسوری است که منبع الهام ریچارد اُون برای نام‌گذاری این جانوران به «دایناسور» بوده‌است. در این‌جا تصویری که اُون در قرن نوزدهم و دانشمندان اوایل قرن بیستم و سرانجام دانشمندان امروز از ایگوانودون در سر دارند مشاهده می‌کنید.

کتاب زمین

دوران زمین‌شناسی و رانش قاره‌ها

دایناسورها، زمانی پیش‌تر در سیاره‌ما زندگی می‌کرده‌اند اما در آن زمان، این سیاره شکل دیگری داشت. در حقیقت، سیاره‌ی زمین از زمانی که به‌وجود آمده، تا امروز هیچ‌گاه آرام نگرفته است. تغییراتی آهسته و پیوسته چهره‌ی زمین، آب‌وهوای آن و زندگی روی این سیاره را دستخوش تغییر کرده‌اند. هر از چندی نیز رویدادهای عظیم در سطح زمین تغییراتی به‌وجود آورده‌اند. دانشمندان تاریخ زمین را به چندین دوره‌ی پی‌درپی تقسیم می‌کنند. هرچه این دوره‌ها به زمان ما نزدیک‌تر باشند، اطلاعات دقیق‌تری در مورد آن‌ها داریم. بسیاری از مردم فکر می‌کنند که دایناسورها خیلی قدیمی هستند و لابد پیش از بسیاری موجودات دیگر روی زمین وجود داشته‌اند اما در واقع، آن‌ها موجوداتی نسبتاً جدید هستند. اگر تاریخ زمین را در یک روز فشرده کنیم، دایناسورها و پستانداران بین یک‌ربع تا ۱۰ دقیقه به ۱۱ شب ظاهر شده‌اند و پرندگان در ساعت ۱۱ و ربع نیمه‌شب پرواز کرده‌اند. دایناسورها - به جز پرندگان - در ساعت ۲۰ دقیقه به ۱۲ نیمه‌شب منقرض شده‌اند. انسان ساعت ۱۱ و ۵۹ دقیقه و ۵۶ ثانیه پیدا شده و درست، یک‌دهم ثانیه از عمر قدیمی‌ترین تمدن‌های بشری می‌گذرد!

زایش زمین

سیاره‌ی ما، زمین، به همراه خورشید و بقیه‌ی منظومه‌ی خورشیدی در حدود ۴/۵ میلیارد سال پیش زاده‌شد. در آن زمان، جهان شکل دیگری داشت؛ ماه در آسمان درشت و آتشین به چشم می‌آمد و هیچ آبی در روی زمین روان نبود. با سرد شدن پوسته‌ی زمین، دمای گازهای اطراف آن نیز کاهش یافت. در چنین دمایی، آب شروع به باریدن بر سطح خشک و سنگی زمین کرد. مدت زیادی طول نکشید که اقیانوس‌های بزرگ بیشتر سطح زمین را پوشانند و از آن زمان نیز بی‌وقفه به ساییدن و شست‌وشوی صخره‌های سخت مشغول‌اند. در حدود ۴ میلیارد سال پیش، ابتدایی‌ترین صورت حیات در روی زمین پدید آمد. این شکل از حیات عبارت بود از مولکول‌هایی مثل RNA که امروزه جزء مولکول‌های سازنده‌ی ماده‌ی وراثتی همه‌ی موجودات زنده‌اند. این مولکول‌ها می‌توانند مولکول‌های مشابه خود را از مواد ساده‌تر معدنی درست کنند.

تاریخ زمین

دانشمندان تاریخ زمین را به دو ابردوران تقسیم می‌کنند: نزدیک به ۴ میلیارد سال نخست تاریخ زمین را، یعنی تا ۶۳۰ میلیون سال پیش، به نام پری‌کامبرین^۱ می‌شناسند. بنابراین، تمام وقایعی که تا اینجا گفتیم، در پری‌کامبرین رخ داده‌اند. ابردوران بعدی، که از ۶۳۰ میلیون سال پیش تا امروز را دربرمی‌گیرد، فائروزوئیک^۲ نام دارد. تکامل مهره‌داران، ماهی‌ها، پستانداران، خزندگان، دایناسورها، پرندگان و اغلب بی‌مهرگان در همین ابردوران بوده است. دانش ما درباره‌ی پری‌کامبرین در مقایسه با اطلاعات زیادی که پیرامون فائروزوئیک داریم، بسیار اندک است؛ برای مثال، نمی‌توان با اطمینان درباره‌ی آرایش قاره‌ها پیش از ۲۵۰ میلیون سال اخیر صحبت کرد؛ جز اینکه می‌دانیم آن‌ها چندبار به هم پیوسته و دوباره از هم جدا شده‌اند. احتمالاً در حدود یک‌میلیارد سال پیش همه‌ی قاره‌ها به هم متصل بوده‌اند. این قاره‌ی عظیم باستانی را رودینیا^۳ می‌نامیم. حدود ۸۰۰ میلیون سال پیش، رودینیا چندپاره شد. ما دقیقاً درباره‌ی تعداد این قطعات و چگونگی حرکت آن‌ها اطلاعاتی نداریم اما تخمین می‌زنیم که ۵۵۰ میلیون سال پیش، دوباره ابرقاره‌ای عظیم از به هم پیوستن قاره‌ها در اطراف قطب جنوب به‌وجود آمده باشد. این ابرقاره‌ی دوم، وندیا^۴ نام دارد. در این زمان، بیشتر شاخه‌های امروزی جانوران (فصل ۴) تکامل یافته‌اند. نیاکان مهره‌داران نیز در همین زمان ظاهر شده‌اند. تاریخ تکامل حیات در فائروزوئیک بسیار شناخته‌شده‌تر است. فائروزوئیک به سه دوران بزرگ تقسیم می‌شود: ۱. دوران پالئوزوئیک^۵ از ۵۴۰ تا ۲۵۰ میلیون سال پیش؛ ۲. مزوزوئیک^۶ از ۲۵۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش؛ و ۳. سنوزوئیک^۷ از ۶۵ میلیون سال پیش تا امروز. ما با دوران پالئوزوئیک کار چندانی نداریم. از تشکیل ابرقاره‌ی وندیا در ۵۵۰ میلیون سال پیش تا پایان پالئوزوئیک مهره‌داران تکامل یافتند و نخستین نیاکان دایناسورها و پستانداران در اواخر همین دوران ظاهر شدند. قاره‌ها طی دوره‌ی پالئوزوئیک بار دیگر از هم جدا شده و میان اقیانوس‌ها پراکنده شدند. در پایان پالئوزوئیک، یعنی ۲۵۰

میلیون سال پیش نیز، قاره‌های زمین برای آخرین بار به هم پیوستند و ابرقاره‌ای به نام پانگه^۸ را تشکیل دادند. پیدایش دایناسورها و پستانداران، تا حد زیادی وابسته به همین رویداد بوده است. دوران مزوزوئیک عصر دایناسورها نامیده می‌شود؛ زیرا در این عصر، دایناسورها متنوع‌ترین جانوران بزرگ روی زمین بوده‌اند. در پایان مزوزوئیک، بیشتر دایناسورهای روی زمین ناگهان نیست‌و نابود شدند (فصل ۷ و ۴۹). با این حال، تعدادی از آن‌ها تا امروز روی زمین باقی‌مانده‌اند. ما به آن‌ها، که امروزه نیمی از گونه‌های مهره‌داران را تشکیل می‌دهند، پرندگان می‌گوییم.

دوره‌ی تریاس

آغاز دوره‌ی تریاس با انقراض بزرگ جانداران همراه شد. طی این دوره، حیات در دریا و خشکی به‌سرعت گونه‌گون شد. آب‌وهوای دوره‌ی تریاس، کمابیش خشک و داغ بود و تنها مناطق قطبی اقلیمی معتدل و مرطوب داشتند. در مناطق دیگر پانگه، تابستان‌های داغ و زمستان‌های سرد حاکم بود. در پایان تریاس، انقراض بزرگ دیگری رخ داد که باعث شد تعادل میان دایناسورها، کروکودیل‌ها و پستانداران و خویشاوندانشان، کاملاً به نفع دایناسورها تغییر کند.

دوره‌ی ژوراسیک

طی دوره‌ی ژوراسیک، ابرقاره‌ی پانگه به دو قاره‌ی لورازیا^۹ در شمال، و گندوانا^{۱۰} در جنوب تقسیم شد. آب‌وهوای مرطوب و گرم ژوراسیک نیز جایگزین آب‌وهوای خشک و قاره‌ای تریاس شد. بنابراین، جنگل‌های بازدانگان بیشتر قسمت‌های زمین را به‌سرعت فرا گرفتند. ایران مرکزی و اروپا، مجمع‌الجزایری گرمسیری را در میان آب‌های تیتیس تشکیل می‌دادند. تکامل پرندگان ریزنقش از دایناسورهای غول‌پیکر در چنین جزایر سرسبزی آغاز شد. در پایان ژوراسیک زمین تا حدی خنک‌تر شد و در مناطق قطبی یخبندان به‌وجود آمد.

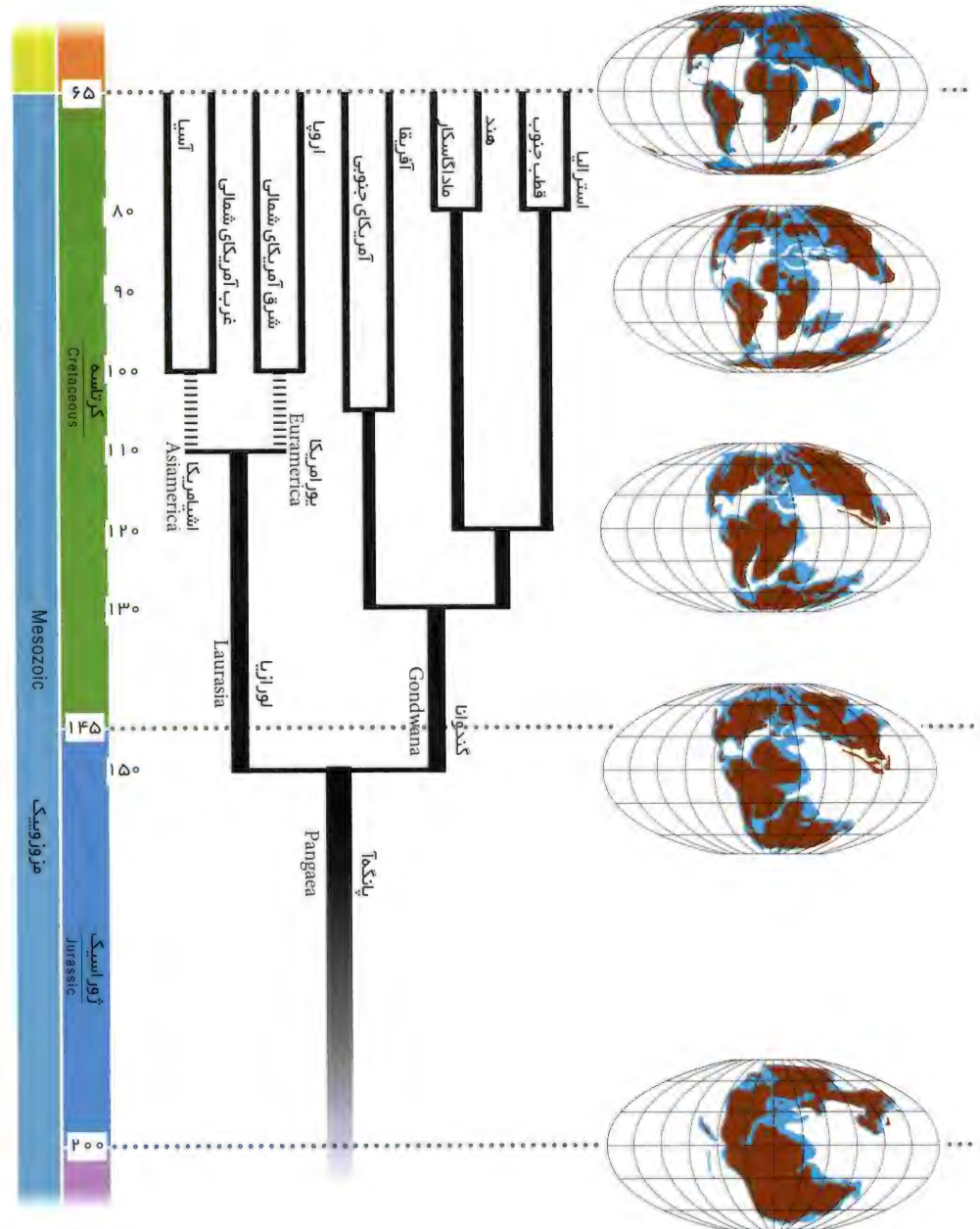
دوره‌ی کرتاسه

قاره‌های امروزی در کرتاسه تقریباً از هم جدا شده بودند اما فاصله‌ی آن‌ها از هم، و مکان جغرافیایی‌شان با امروز تفاوت داشت. در آن دوره، آب‌وهوا نسبتاً گرم، و سطح آب دریاها بالاتر از امروز بود اما در مناطق قطبی و بلند، یخبندان و سرمای نسبی وجود داشت. دریایی وسیع از شمال تا جنوب آمریکای شمالی را می‌پوشاند و این قاره را به دو سرزمین غربی (لارامیدیا^{۱۱}) و شرقی (آپالاشیا^{۱۲}) تقسیم می‌کرد. دوره‌ی کرتاسه دوره‌ی شکوفایی دایناسورها، به‌ویژه پرندگان، و دایناسورهای گیاه‌خوار است. گیاهان گل‌دار نیز در آغاز همین دوره پیدا شده‌اند. پایان دوره‌ی کرتاسه با انقراضی وسیع همراه بود که جز پرندگان، هیچ دایناسور دیگری را روی زمین باقی نگذاشت.



طرح نظریه رانش قاره‌ها

در دهه نخست قرن بیستم، نظریه‌ای جالب ابراز شد که اساس آن بر جابه‌جایی تدریجی و تغییر شکل نقشه قاره‌ها در طی دوران زمین‌شناسی بود. هواسناس آلمانی، آلفرد وگنر^۱ (۱۸۸۰-۱۹۳۰)، مهم‌ترین مدافع این نظریه به حساب می‌آمد؛ بنابراین زمین‌شناسان از نظریه او خوششان نیامد اما در دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی، با بررسی‌های دیرینه‌مغناطیس صخره‌های بزرگ زمین، مشخص شد که این صخره‌ها نسبت به میدان مغناطیسی زمین جابه‌جا شده‌اند. در این زمان بود که زمین‌شناسان متوجه شدند نظریه رانش قاره‌ها درست بوده است. طبق این نظریه، پوسته زمین روی جبهه‌ای نیمه‌مایع شناور است. پوسته از چندین صفحه تشکیل شده است. این صفحات نسبت به هم حرکت می‌کنند، روی هم می‌خزند و از هم دور می‌شوند؛ بنابراین، قاره‌ها در گذشته آرایشی مثل امروز نداشته‌اند. گاهی سنگواره‌های مشابهی از جانوران در قاره‌هایی که فاصله زیادی از هم دارند (مثلاً آفریقا و آمریکای جنوبی)، پیدا می‌شوند. نظریه رانش قاره‌ها نشان می‌دهد که آفریقا و آمریکای جنوبی در گذشته به هم متصل بوده‌اند و به مرور از هم دور شده‌اند و اقیانوس اطلس را تشکیل داده‌اند. این فرایند در رخداد‌های مهم تاریخ زمین مثل کوه‌زایی، تغییر شکل رسوبات و تکامل جانداران نقش مهمی داشته است و درک تاریخ زمین به درک رانش قاره‌ها وابسته است. برای اینکه بتوانیم در مورد تاریخ جابه‌جایی قاره‌ها و نیز تغییرات حیات به‌طور دقیق صحبت کنیم، به خط زمانی جهان‌شمولی نیاز داریم که تاریخ زمین را به دوران‌ها و دوره‌های مختلف تقسیم کند.



رانش قاره‌ای و خرد شدن پانگه‌آ طی دروه مزوزوئیک

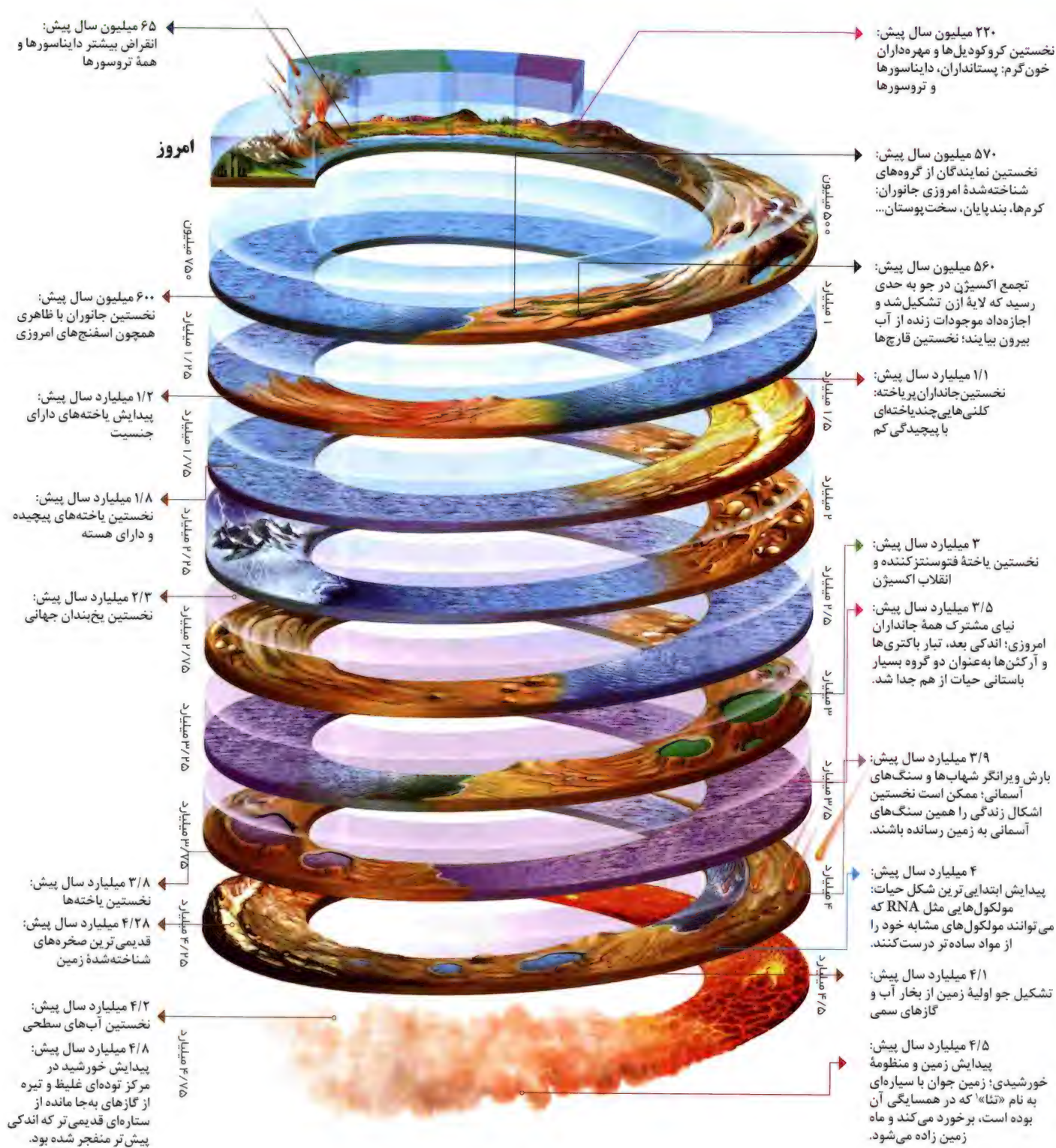
طی دوران مزوزوئیک، ابرقاره پانگه‌آ به دو قاره گندوانا و لورازیا تقسیم‌شد. هر کدام از این دو قاره نیز، طبق نمودار بالا، به قاره‌های کوچک‌تری تقسیم شدند. تکامل دایناسورها تا حد بسیار زیادی همراه با همین رانش و جدا شدن قاره‌ها رخ داده‌است. برای مثال، گروه‌های مهمی از دایناسورها، که در ژوراسیک پیدا شده بودند، تنها در یکی از دو سرزمین شمالی یا جنوبی تکامل یافتند (← فصل ۳۲).

در بوم‌شناسی به مجموعه جانوران هر منطقه فون^۱ می‌گوییم؛ مثلاً فون آفریقا شامل حیواناتی مثل شیر و کرگدن و فیل و زرافه است. فون هندوستان نیز شیر، ببر، فیل و کرگدن را دربر می‌گیرد. (اگرچه شیر، فیل و کرگدن آسیایی با خویشاوندان آفریقایی خود کمی تفاوت پیدا کرده‌اند). در نمودار بالا چگونگی جداسدن فون دایناسورهای قاره‌های مختلف را می‌بینید؛ مثلاً در کرتاسه بالایی (۱۱۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش) فون دایناسورهای اروپا، بیشترین شباهت را به شرق آمریکای شمالی داشته، و فون دایناسورهای آسیا، دارای بیشترین شباهت با غرب آمریکای شمالی بوده است.

آب و هوای تریاس (۲۵۰ تا ۲۰۰ میلیون سال پیش)
میزان اکسیژن ۱۶ درصد حجم هوا (۸۰ درصد امروز)
میزان CO_2 : ۱۷۵۰ ppm (۶ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: 17°C (3°C بیشتر از امروز)

آب و هوای ژوراسیک (۲۰۰ تا ۱۴۵ میلیون سال پیش)
میزان اکسیژن ۲۶ درصد هوا (۱۳۰ درصد امروز)
میزان CO_2 : ۱۹۵۰ ppm (۷ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: $16/5^\circ\text{C}$ (3°C بیشتر از امروز)

آب و هوای کرتاسه (۱۴۵ تا ۶۵ میلیون سال پیش)
میزان اکسیژن ۱۳۰ درصد هوا (۱۵۰ درصد امروز)
میزان CO_2 : ۱۷۰۰ ppm (۶ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: 18°C (4°C بیشتر از امروز)



۱۵۰۰ سال پیش: آخرین کرگدن‌ها پشمالو
۲۵۰۰ هزار سال پیش: انقراض نئاندرتال‌ها؛ آخرین گروه از انسان‌های اولیه
۱۸۰ هزار سال پیش: نخستین انسان‌های امروزی
۳۵۰ هزار سال پیش: نخستین نئاندرتال‌ها؛ انسان‌های اولیه غارنشین ساکن اروپا و خاورمیانه
۲/۵ میلیون سال پیش: نخستین گونه انسان

۴/۸ میلیون سال پیش: نخستین ماموت‌ها
۶/۵ میلیون سال پیش: نخستین انسان ریخت
۱۰ میلیون سال پیش: گسترش بیشتر علفزارها و چرندگانی مثل اسب‌ها

۳۵ میلیون سال پیش: گسترش گیاهان خانواده گندم و علف؛ پیدایش نخستین علفزارها
۴۰ میلیون سال پیش: نخستین پروانه‌ها و بیدهای امروزی
۵۲ میلیون سال پیش: نخستین خفاش‌ها
۵۵ میلیون سال پیش: نخستین پرندگان آوازخوان، طوطی‌ها، دارکوب‌ها؛ نخستین نهنگ‌ها، جوندگان، خرگوش‌ها، خرطوم‌داران، زوج‌سمان و فردسمان.
۶۰ میلیون سال پیش: نخستین پرندگان بی‌پرواز و غول‌پیکر

۶۵ میلیون سال پیش: انقراض گروه‌های زیادی از مهره‌داران، به ویژه بیشتر دایناسورها و همه تروسورها
۸۰ میلیون سال پیش: نخستین مورچه‌ها و مورانه‌ها
۹۰ میلیون سال پیش: انقراض آخرین ایکتیوسورها؛ خزندگان ماهی‌شکل کاملاً آبی برای همیشه از بین رفتند؛ نخستین مارها
۱۰۰ میلیون سال پیش: نخستین زنبورها، نخستین علف‌ها و گندمیان
۱۳۰ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان گل‌دار

۱۵۵ میلیون سال پیش: نخستین حشرات خون‌آشام؛ پرندگان از گروهی از دایناسورهای پردار تکامل یافتند.
۱۷۰ میلیون سال پیش: نخستین سمندرها، نخستین دایناسورهای پردار
۲۰۰ میلیون سال پیش: قدیمی‌ترین آثار به‌جا مانده از ویروس‌ها

۲۲۰ میلیون سال پیش: نخستین کروکودیل‌ها و مهره‌داران خون‌گرم؛ پستانداران، دایناسورها و تروسورها
۲۴۵ میلیون سال پیش: نخستین خزندگان کاملاً آبی

۲۵۱/۴ میلیون سال پیش: انقراض بزرگ پرمین؛ ۹۰-۹۵ درصد گونه‌های دریایی که در رسوبات پیش از پایان پرمین می‌شناسیم، در رسوبات بالاتر هرگز دیده نمی‌شوند.
۳۰ میلیون سال زمان لازم است تا زندگی روی خشکی به حالت پیشین بازگردد.
۲۸۰ میلیون سال پیش: نخستین سوسک‌ها، تنوع گیاهان مخروط‌دار

۳۳۰ میلیون سال پیش: نخستین مهره‌داران کاملاً خشکی‌زی

۳۶۰ میلیون سال پیش: نخستین دوزیستان، خرچنگ‌ها و سرخس‌ها
۳۶۳ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان دانه‌دار، ماهی‌های غضروفی و استخوانی؛ ماهی‌های استخوانی در آغاز نیمه‌دوزیست و شش‌دار بودند. به‌زودی، یک گروه از آن‌ها کاملاً به زندگی در خشکی خو گرفت. ۳۹۵ میلیون سال پیش: نخستین گل‌سنگ‌ها، کنه‌ها، و حشرات در خشکی و آمونیت‌ها در آب به‌وجود آمدند.

۴۵۰ میلیون سال پیش: نخستین پندپایان خشکی‌زی؛ هزارپایان
۴۷۵ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان خشکی‌زی
۴۸۵ میلیون سال پیش: نخستین مهره‌داران

۵۳۰ میلیون سال پیش: نخستین ردپای به‌جا مانده از جانوران خشکی‌زی
۵۳۵ میلیون سال پیش: تنوع چشمگیر گروه‌های شناخته‌شده امروزی جانوران: سخت‌پوستان، تریلوبیت‌ها، خارپوستان، نرم‌تنان و...

کواترنری Quaternary	۲/۶	Cenozoic	سنوزوئیک
نیوژن Neogene	۲۳		
پالئوژن Paleogene	۶۵		
کریاسه Cretaceous	۱۴۵	Mesozoic	موزوئیک
ژوراسیک Jurassic	۲۰۰		
تریاس Triassic	۲۵۱		
پرمین Permian	۲۹۹	Phanerozoic	فانروزوئیک
کربنیفر Carboniferous	۳۵۹		
دونیان Devonian	۴۱۶	Paleozoic	پالئوزوئیک
سیلورین Silurian	۴۴۳		
آوردوویسیان Ordovician	۴۸۸		
کمبرین Cambrian	۵۴۲		

زیر نور ماه

تاریخ زمین با دورتر شدن ماه از کره زمین، افزایش تدریجی طول ماه و شبانه‌روز، شورت‌تر شدن آب دریاها، و رانش قاره‌ها همراه بوده است. از ۶۲۰ میلیون سال پیش تا کنون، ماه با سرعت میانگین ۱۷/۲ سانتی‌متر در سال (با شتاب افزایشدهنده) از زمین دور شده است. طول روز در آن زمان تقریباً ۲۱ ساعت و پنجاه دقیقه بوده و هر سال شامل 400 ± 7 روز یا ۱۳ ماه و سه روز می‌شده است (مدت‌زمان سال احتمالاً در این مدت تغییری نکرده است). بیشتر بودن تعداد و زمان کشند (جزرومد) در آن زمان، بخت بیشتری برای ورود آبزیان به مناطق کشتندی و خشکی‌ها فراهم می‌کرد. دوزیستان امروزی نمی‌توانند در آب‌های شور زندگی کنند. زمانی که نیاکان این دوزیستان دریاها را ترک می‌کردند، هنوز شوری آب دریاها به اندازه امروز نبود. از آن زمان، آن‌ها در آب‌هایی به همان شیرینی ماندند اما دریاها و اقیانوس‌ها به تدریج شورت شدند؛ بنابراین، دوزیستان هرگز نتوانستند به دریاها بازگردند.

انقلاب اکسیژن

اکسیژن گازی خطرناک برای یاخته‌های آغازین بود؛ زیرا به سرعت موجب «سوختن» همه زندگی آن‌ها می‌شد. در جو نخستین زمین میزان این گاز سمی بسیار اندک بود اما برای نخستین بار، یاخته‌هایی که به کمک آفتاب غذا می‌ساختند، میزان زیادی اکسیژن آزاد کردند که به تدریج موجب سمی شدن جو زمین شد. در این زمان تقریباً همه یاخته‌های روی زمین به سمت نابودی پیش‌رفتند. تنها یاخته‌هایی که باقی‌ماندند، آن‌هایی بودند که در جاهایی دور از اکسیژن (مثل اعماق دریا یا زیر صخره‌ها) زندگی می‌کردند.
گروه جدیدی از یاخته‌ها نیز پیدا شدند که راهی برای کنار آمدن با اکسیژن پیدا کرده بودند. این گروه البته موفق‌تر بودند؛ زیرا می‌توانستند از اکسیژن برای سوخت‌وساز بهتر مواد غذایی بهره بگیرند. از آن زمان به بعد، بیشتر موجودات زنده از همین گروه تکامل یافتند.

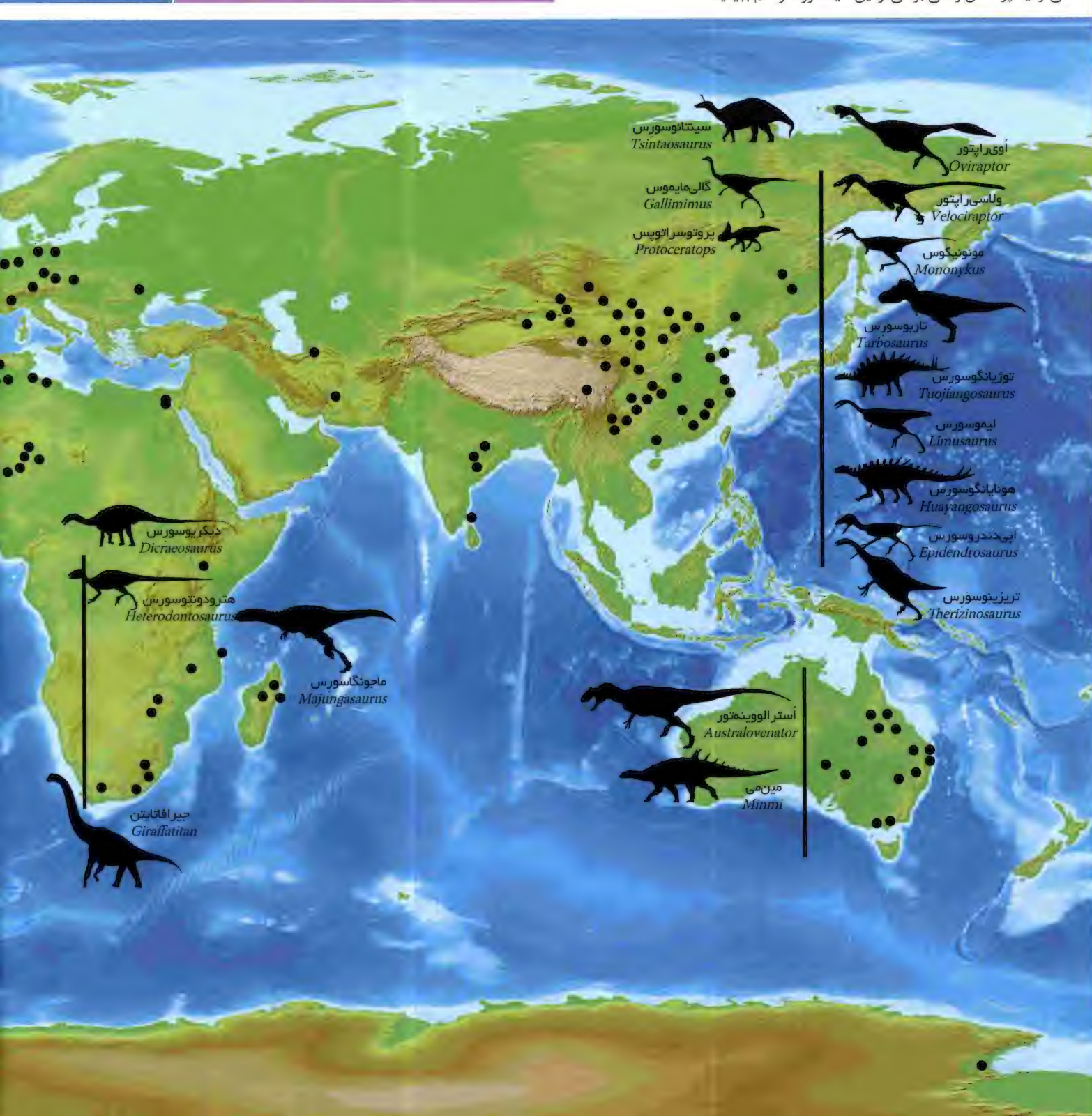
از زمان پیدایش خورشید تا امروز، به‌ازای هر یک میلیارد سال ۶ درصد به درخشندگی خورشید افزوده شده است. پرتوهای خورشید که موجب گرمای مناسب زمین می‌شوند، برای بیشتر یاخته‌ها مرگ‌آورند؛ زیرا باعث اختلال در عملکرد صحیح مولکول‌های وراثتی می‌شوند. اکسیژن با تشکیل لایه ازن در جو زمین (۵۶۰ میلیون سال پیش)، تا حد زیادی مانع رسیدن بخشی از طیف زیان‌بار خورشید به سطح زمین شد و اجازه داد که نخستین جانداران سر از آب بیرون بیاورند.

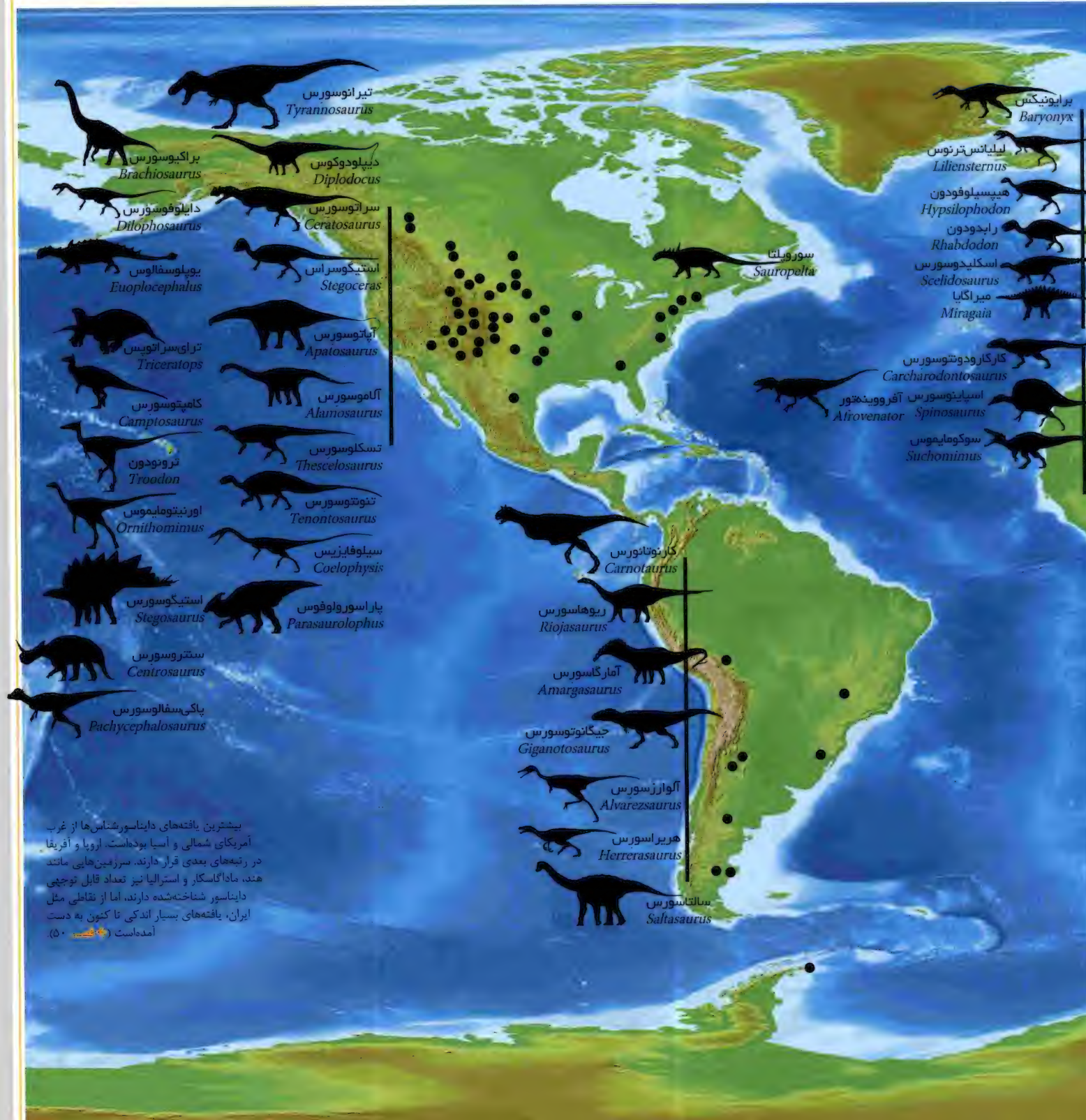
نخستین زمستان

پس از انقلاب اکسیژن، بیشتر گونه‌های بی‌هوازی، که عامل اصلی ساخت گاز متان بودند، از بین رفتند و گونه‌های هوازی جای‌گزین آن‌ها شدند که به‌جای متان، دی‌اکسید کربن و بخار آب آزاد می‌کردند. متانی هم که از پیش در جو زمین ذخیره شده بود در مواجهه با اکسیژن سوخت. اثر گلخانه‌ای آب و دی‌اکسید کربن بسیار کمتر از اثر گلخانه‌ای متان است. کاهش اثر گلخانه‌ای باعث بروز نخستین یخبندان جهانی شد و زمین را، از قطب تا استوا، به زیر یخ فروبرد.

پراکنش دایناسورها در زمان و مکان

همه دایناسورها در همه جهان پراکنده نبودند (فصل ۳۲). در این نقشه می‌توانید ببینید که برخی از معروف‌ترین دایناسورها در کدام مناطق زندگی می‌کرده‌اند. برای ساده‌تر شدن، مهم‌ترین نقاطی که در سراسر جهان محل اکتشاف دایناسورها بوده‌اند به‌طور دقیق علامت‌گذاری شده‌اند. در هر کدام از این نقاط ممکن است چندین دایناسور مختلف یافته شده باشد، بنابراین مهم‌ترین دایناسورهای هر منطقه صرف نظر از محل دقیق اکتشاف و تنها در کنار خط نشان مربوط به آن منطقه مشخص شده‌اند. دقت کنید که این دایناسورها نه لزوماً هم‌زمان با هم زندگی می‌کرده‌اند، و نه به یک مقیاس ترسیم شده‌اند. در خط زمان روبه‌رو هم می‌توانید پراکنش زمانی برخی از این دایناسورها را هم ببینید.





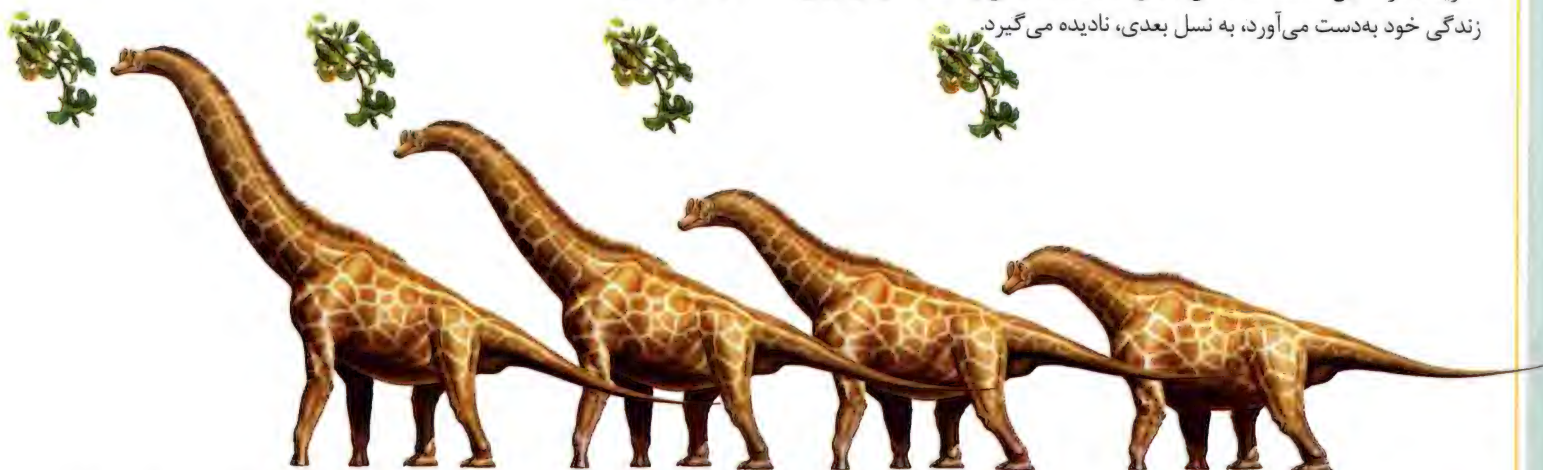
درخت زندگی تکامل و رده‌بندی جانداران

داروین و انتخاب طبیعی

داروین پس از سال‌ها سفر با کشتی و سپس، سال‌های بیشتری تفکر و جمع‌بندی اطلاعات به‌دست آمده، متوجه سازوکار نهفته در تکامل جانداران شد. او می‌دانست که شرایط زمین تغییر می‌کند و در گذشته نیز تغییر کرده است. به‌علاوه، می‌دانست که با رشد جمعیت، محدودیت منابع باعث افزایش مرگ‌ومیر و در نهایت، ثابت‌ماندن جمعیت می‌شود. داروین همچنین، متوجه شده بود که جمعیت‌های جانداران هرگز یک‌دست نیستند و میان افراد مختلف، تنوع وجود دارد؛ تنوعی که تنها به‌دلیل وجود تفاوت‌های اکتسابی نیست بلکه بدین علت است که افراد مختلف به‌صورت ذاتی با هم متفاوت‌اند و این تفاوت‌ها به نسل‌های بعدی آن‌ها نیز به ارث می‌رسد. محیط محدود و منابع اندک، شرایط را برای بقای افراد ضعیف، پرخور و تنبل دشوار می‌کند. بنابراین، بخت بقا برای قوی‌ترها بیشتر می‌شود و آن‌ها صفات برتر خود را هر چه بیشتر به نسل بعد از خود منتقل می‌کنند. نام این نظریه، انتخاب طبیعی است. البته داروین در ابراز این نظریه تنها نبوده و هم‌زمان با او، دانشمند دیگری به نام والس^۲ دقیقاً به همین نتیجه رسیده است. بنابراین، ما امروزه این نظریه را نظریه «داروین - والس» می‌نامیم.

رده‌بندی لینه‌ای

کارل لینه^۱، که در قرن هیجدهم زندگی می‌کرد، نخستین کسی بود که رده‌بندی جانداران را در مفهوم امروزی آن مدون کرد. پیش از او، رده‌بندی جانداران سلیقه‌ای بود و هر کس به میل خود از نام‌هایی برای گونه‌ها و گروه‌های مختلف استفاده می‌کرد. پیروی از قانون‌های لینه برای پیشگیری از هرج‌ومرج، ضروری است. یکی از این قوانین، لزوم نام‌گذاری جانداران به زبان لاتین و با الفبای لاتین است.^۵ ممکن است دو یا چند نام با تلفظ یک‌سان، املاهای مختلفی داشته باشند؛ بنابراین، املاي لاتین نام‌های علمی بسیار مهم است. طبق قوانین لینه، نام هر جانور منحصر به فرد است و نمی‌توان از یک نام برای دو جانور یا دو گروه استفاده کرد. اهمیت املاي درست لاتین با یک مثال روشن می‌شود: نام دو جانور در فارسی «مونونیکوس» نوشته می‌شود اما در لاتین دو املاي مختلف دارند: *Mononykus* (نام یک دایناسور) و *Mononichus* (نام یک سوسک). می‌بینید که بدون دانستن املاي درست لاتین نمی‌توان متوجه شد که منظور از «مونونیکوس» یک سوسک است یا یک دایناسور!



تکامل نظریه‌ای است که زیست‌شناسان برای توجیه شباهت‌ها و تنوع زیستی میان جانداران به کار می‌برند. طبق این نظریه، همه جانداران روی کره زمین خویشاوند هستند و از نیای اولیه مشترک تکامل یافته‌اند. این نیای آغازین به چند گونه بعدی، و هر کدام از آن‌ها دوباره به چند گونه بعد از خود تکامل پیدا کرده‌اند. بدین ترتیب، همه جانداران به‌صورت شاخه‌شاخه از نیاکانی دور و نزدیک مشتق شده‌اند. هر چه شباهت دو جاندار بیشتر باشد، مشخص می‌شود که از زمان جدایی آن‌ها از آخرین نیای مشترکشان مدت کمتری می‌گذرد و در اصطلاح، آن‌ها خویشاوندی نزدیک‌تری با هم دارند. به هر حال، بی‌شباهت‌ترین جانداران نیز در بنیادی‌ترین ساختارهای حیاتی کاملاً مشابه‌اند؛ بنابراین، یک نیای مشترک بسیار باستانی، پدربزرگ همه آن‌ها بوده است. همین خویشاوندی مبنای کار زیست‌شناسان برای رده‌بندی جانداران است.

تکامل پیش از داروین

اندیشه تکامل از زمان یونانیان باستان وجود داشته اما بر آنان معلوم نبوده است که چه سازوکاری در پس تغییر تدریجی گونه‌ها وجود دارد. داروین برخلاف یونانیان باستان که در خانه‌های خود به تفکر پیرامون جهان می‌نشستند، به سفری طولانی و پرخطر رفت و توانست نظریه‌ای قابل قبول درباره سازوکار تکامل ارائه دهد. با این حال، او نخستین کسی نبود که توانست به چنین نظریه‌ای برسد. تقریباً هزار سال پیش، دانشمندانی در ایران به لطف مشاهدۀ مستقیم طبیعت و جانداران آن چنین نظریه‌ای را باور داشتند!

مهم‌ترین کسی که پیش از داروین در جهان غرب کوشیده بود تکامل جانداران را به صورت علمی توضیح دهد، لامارک^۱ بود. البته، سازوکاری که او برای این تغییرات ارائه داد، درست نبود. لامارک عقیده داشت که جانداران با استفاده بیشتر از برخی صفات باعث رشد و بروز بیشتر آن‌ها و با استفاده کمتر موجب تحلیل رفتن آن‌ها می‌شوند؛ سپس، این صفات تغییر یافته به نسل‌های بعد منتقل می‌گردند. اشکال نظریه لامارک این است که امکان انتقال صفات اکتسابی را که جاندار در دوران زندگی خود به‌دست می‌آورد، به نسل بعدی، نادیده می‌گیرد.

طبق نظریه لامارک، جانورانی که بر اثر استفاده زیاد از یک اندام موجب رشد آن شده‌اند، این ویژگی را به نسل بعد منتقل می‌کنند و بدین ترتیب، گونه‌ها تکامل می‌یابند؛ مثلاً دایناسوری که برای تغذیه از برگ‌های بالای درختان، گردن می‌کشد، بچه‌هایی

گردن‌درازتر خواهد یافت و بچه‌هایش نیز به همین منظور گردن می‌کشند و گردن خود و بچه‌های بعدی‌شان باز هم درازتر می‌شود. بعدها با اثبات این نکته که صفات اکتسابی به ارث نمی‌رسند، نادرست بودن نظریه لامارک آشکار شد.

نام‌های علمی و سطوح رده‌بندی لینه‌ای

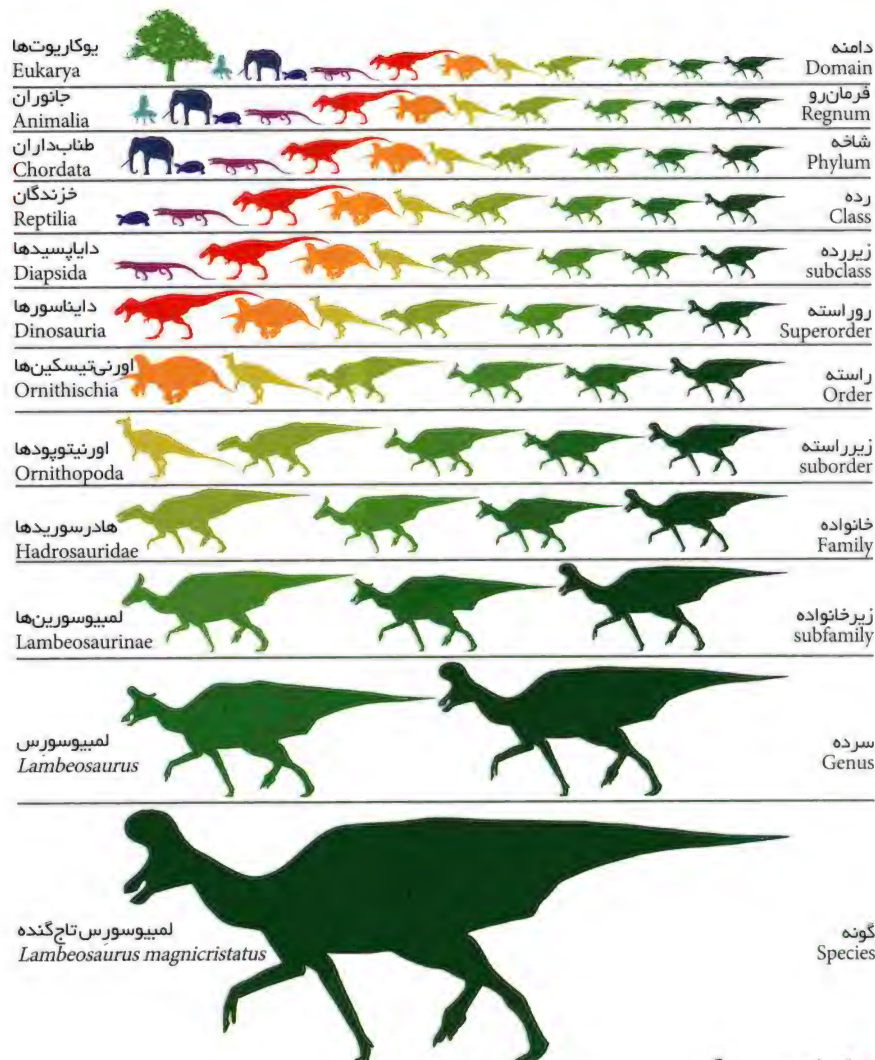
همه موجودات زنده در یکی از سه دامنه «باکتری‌ها»، «آرکن‌ها» یا «یوکاریوت‌ها» قرار می‌گیرند. یوکاریوت‌ها جان‌دارانی هستند که یاخته‌های پیچیده‌تری دارند. مولکول‌های DNA یوکاریوت‌ها در هسته یاخته جمع شده‌اند. جانوران، گیاهان، قارچ‌ها، جلبک‌ها، آمیب‌ها، تاژک‌داران... همگی جزء یوکاریوت‌ها هستند. هر دامنه به چند فرمانرو تقسیم می‌شود: فرمانرو جانوران یکی از فرمانروهای یوکاریوتی است. هر فرمانرو نیز خود به چند شاخه تقسیم می‌شود. شاخه طناب‌داران یکی از شاخه‌های جانوران است که شامل مهره‌داران نیز می‌شود. به همین ترتیب هر شاخه به چند رده، هر رده به چند راسته، هر راسته به چند خانواده و هر خانواده به چند سرده تقسیم می‌شود. سرانجام هر سرده شامل یک یا چند گونه است. اما در عمل همیشه باید سطوحی فرعی در این میان در نظر گرفت. برای احتراز از این آشفتگی، امروزه کمتر از این سطوح رده‌بندی (که توسط لینه وضع شده‌اند) استفاده می‌شود. درخت‌های تبارزایی تا حد زیادی ما را از این شیوه سنتی رده‌بندی بی‌نیاز کرده‌اند.



انتخاب طبیعی و طبیعی‌دانان مسلمان

جاحظ، ادیب معتزلی عرب (۲۵۰-۱۶۰ هجری قمری) از نخستین مدافعان اندیشه تکامل‌جاندانان در جهان اسلام بود. او در «کتاب‌الحيوان» در مورد تأثیر زیست‌بوم بر جانداران، انتخاب طبیعی و تنازع بقا صحبت می‌کند: «جانوران برای بقا می‌جنگند؛ برای به‌دست آوردن منابع، برای اینکه خورده‌ننشوند، و برای اینکه تولیدمثل کنند. جانوران تحت تأثیر عوامل محیطی ویژگی‌های جدیدی کسب می‌کنند که سبب تضمین بقایشان می‌شود؛ بدین ترتیب، گونه‌هایی جدید پیدا می‌شوند. جانورانی که موفق به تولیدمثل می‌شوند، می‌توانند ویژگی‌های جدید خود را به نسل بعد منتقل کنند».

پس از جاحظ، ابن مسکویه رازی (۴۲۱-۳۲۰ شمسی)، دانشمند ایرانی و نومسلمان هم‌عصر پورسینا و بیرونی، به تکامل‌جاندانان معتقد شد و در کتاب «الفوز الاصر» بدان اشاره کرد. اخوان الصفا نیز نام جمعیتی سری از دانشمندان ایرانی در بصره و بغداد قرن چهارم هجری است که ۵۴ رساله به زبان عربی تألیف کردند و به موضوع خلقت جهان آغازین و تکامل‌جاندانان در جهان پرداختند.

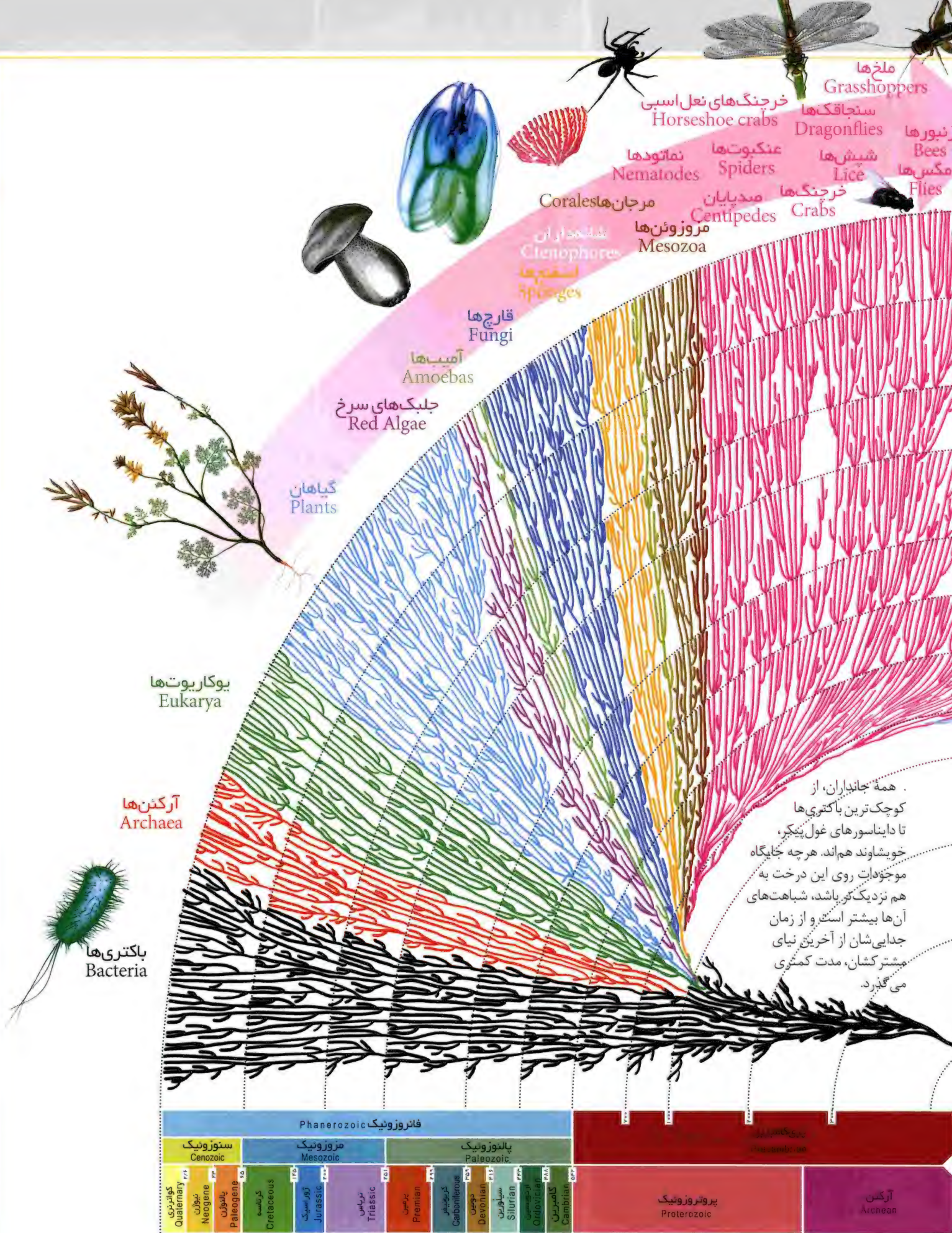


گونه چیست؟

مشهورترین تعریف از «گونه»، گونه را مجموعه جاندارانی معرفی می‌کند که می‌توانند با هم تولیدمثل موفقیت‌آمیز جنسی انجام دهند. اگر دو جمعیت ظاهری کاملاً شبیه به هم داشته باشند اما نتوانند با هم تولیدمثل کنند، می‌گوییم دو گونه مختلف‌اند. جمعیت‌هایی هم هستند که ظاهرهای بسیار متفاوتی دارند اما می‌توانند با هم تولیدمثل کنند.

به‌طور طبیعی، در میان همه گونه‌ها تنوع وجود دارد. اگر عاملی باعث جدایی دو جمعیت از یک‌گونه شود، به‌طوری که مدت‌ها هیچ تولیدمثلی میان آن‌ها رخ ندهد، جهش‌های جدید و انتخاب طبیعی برای هر کدام سرنوشتی متفاوت رقم می‌زنند. اگر میزان تفاوت‌های دو جمعیت آن‌قدر زیاد شود که به‌سبب آن، تولیدمثل موفقی میان افراد دو جمعیت رخ ندهد (مثل خر و اسب)، می‌گوییم این دو جمعیت به دو گونه مجزا تبدیل شده‌اند.





همه جانداران، از کوچکترین باکتریها تا دایناسورهای غول پیکر، خویشاوند هم اند. هر چه جایگاه موجودات روی این درخت به هم نزدیک تر باشد، شباهت های آنها بیشتر است و از زمان جدایی شان از آخرین نیای مشترکشان، مدت کمتری می گذرد.



برخی شواهد تکامل:

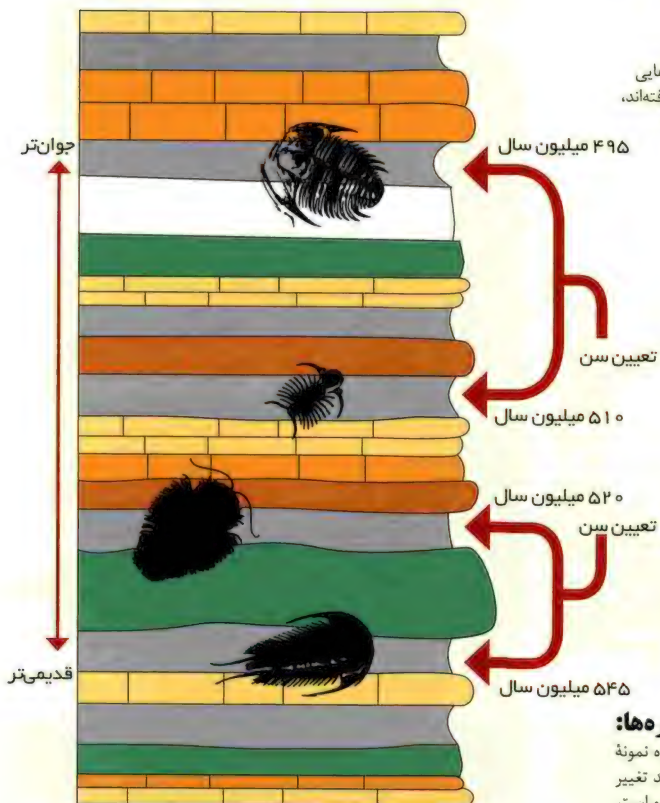
سنگواره‌ها، پراکنش جغرافیایی (ف)، ساختارهای هم‌تا، ساختارهای تحلیل‌رفته و رویان‌شناسی مهم‌ترین شواهد نظریه تکامل هستند. در این‌جا تنها به سه مورد آن‌ها اشاره شده‌است.

رویان‌شناسی:

رویان جانوران مختلف با الگوهای کمابیش یکسان رشد خود را شروع می‌کنند. سپس از مسیرهای مشابهی تکوین می‌یابند اما هرچه سن آن‌ها بیشتر می‌شود، تفاوت‌هایشان نمود بیشتری پیدا می‌کند.

ساختارهای هم‌تا:

وجود ساختارهای هم‌تا نشان می‌دهد اندام‌هایی که در جانوران مختلف وظایف متفاوتی پذیرفته‌اند، دارای سرشتی یکسان با جزئیات متناظرند.



سنگواره‌ها:

وجود سنگواره‌های جانورانی که امروزه نمونه زنده‌ای از آن‌ها نمی‌شناسیم، نخستین شاهد تغییر موجودات زنده است.



شباهت‌های میان جانداران

برای پیش‌بینی خویشاوندی جانداران به شباهت‌های آن‌ها نگاه می‌کنیم اما آیا «هر» شباهتی دلیل بر خویشاوندی نزدیک دو موجود زنده است؟ «پا» اندامی است که در مهره‌داران خشکی‌زی و نیز حشرات برای حرکت به کار می‌رود. بر این اساس، مهره‌داران خشکی‌زی که پا دارند، باید بیشتر به حشرات شبیه باشند تا ماهی‌ها! اما در حقیقت این‌طور نیست! مسلم است که همه مهره‌داران خویشاوندی نزدیک‌تری با یک‌دیگر دارند تا با بندپایان. پس، تکلیف وجود «پا» در مهره‌داران خشکی‌زی و حشرات چه می‌شود؟ با اندکی دقت خواهیم دید که «پا» در حشرات و مهره‌داران، ساختارهایی بسیار متفاوت دارند: منشأ رویانی این دو اندام، ژن‌هایی که مسئول شکل‌دهی به آن‌ها هستند و آناتومی آن دو به هیچ وجه شبیه به هم نیست. مثلاً پای حشرات دارای اسکلت خارجی و ماهیچه‌های داخلی است؛ درحالی که پای مهره‌داران اسکلت داخلی و ماهیچه‌هایی دارد که روی استخوان سوار شده‌اند. بنابراین، دانشمندان می‌گویند که این دو اندام «منشأ تکاملی یکسان» ندارند؛ یعنی، نیای مشترک مهره‌داران و حشرات، «پا» نداشته است و هر کدام از این دو گروه در مسیر تکامل خود، جداگانه دارای پاشنه‌اند. پس، نخستین شرط برای اینکه شباهت موجودات، مبنای خویشاوندی و رده‌بندی آن‌ها قرار گیرد، این است که آن شباهت از نیای مشترک آن‌ها به ارث رسیده باشد اما این، تنها شرط ما برای تشخیص درست شباهت‌های میان جانداران نیست.

فرض کنید که قصد داریم خویشاوندی قورباغه، ماهی حوض و مارمولک را مقایسه کنیم. خویشاوندی قورباغه، ماهی و مارمولک برای ما روشن است و این یعنی زمانی پیش‌تر موجودی زندگی می‌کرده که نیای هر سه‌تای آن‌ها بوده است؛ زیرا ویژگی‌هایی میان هر سه‌تای آن‌ها مشترک است: داشتن اسکلت و دستگاه‌های بسیار مشابه نشان‌دهنده این خویشاوندی است. در عین حال، قورباغه شباهت‌هایی ویژه به ماهی حوض و شباهت‌هایی به مارمولک دارد: قورباغه و ماهی حوض در

آب تخم‌ریزی و تولیدمثل می‌کنند. به‌علاوه، نوزاد قورباغه مثل ماهی‌ها درون آب زندگی می‌کند و ساختار بدنش هم مثل ماهی‌هاست اما قورباغه پس از بلوغ به خشکی می‌آید و مثل مارمولک در خشکی زندگی می‌کند و نفس می‌کشد. تکلیف چیست؟ آیا قورباغه خویشاوندی نزدیک‌تری با ماهی حوض دارد؟

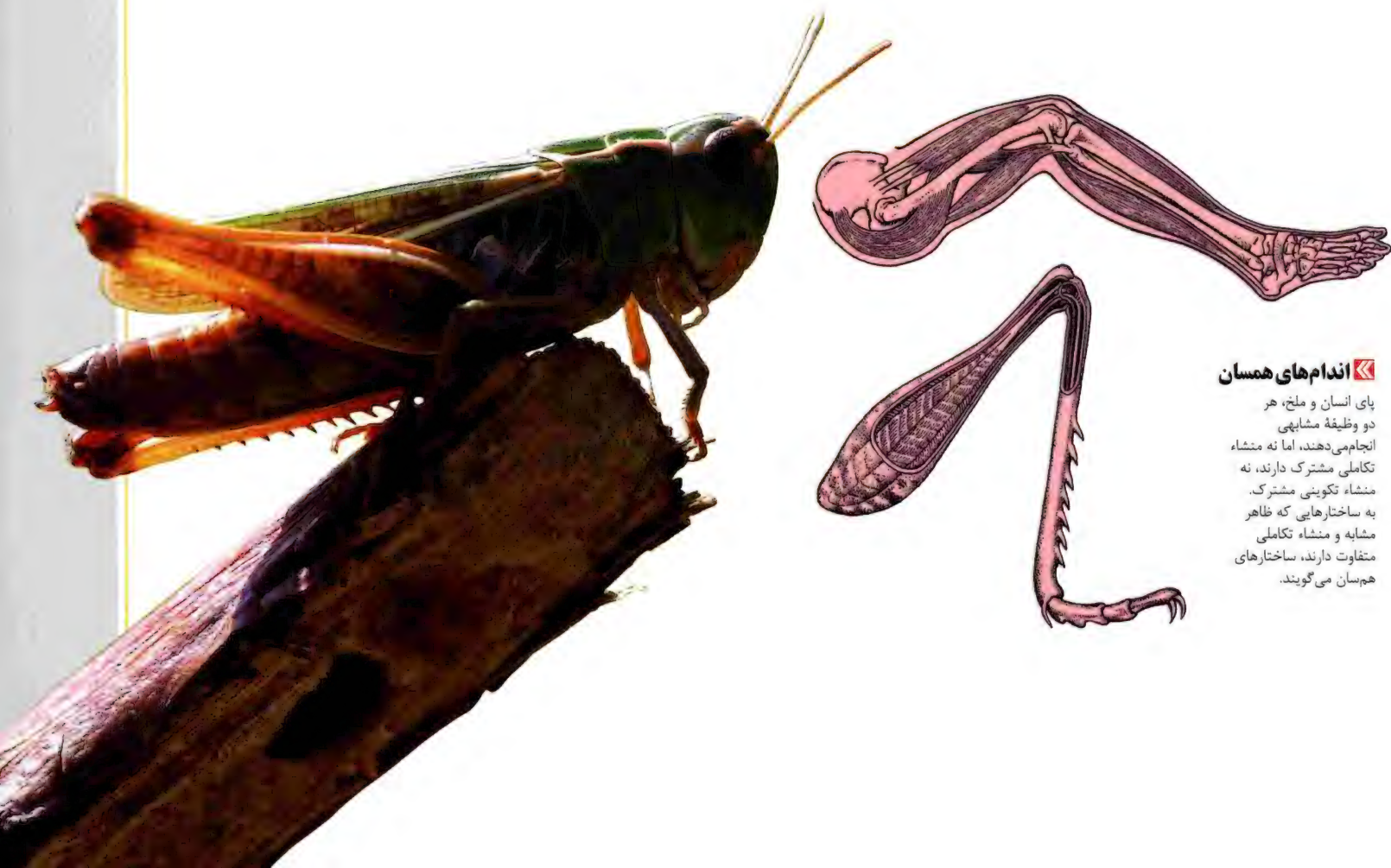
اگر قورباغه و مارمولک به هم نزدیک‌تر باشند، ویژگی‌های مشترک آن‌ها «جدیدتر» از تغییرات تکاملی ماهی ظاهر شده است. برعکس، اگر قورباغه و ماهی به هم نزدیک‌تر باشند، ویژگی‌های مشترک آن‌ها هم باید جدیدتر از تغییرات تکاملی مارمولک ظاهر شده باشند. کدام ویژگی‌های مشترک جدیدترند؟ تنفس در آب، یا تنفس در خشکی؟ کدام یک زودتر پیدا شده است: تولیدمثل در آب یا تولیدمثل در خشکی؟ مسلماً تنفس در خشکی جدیدتر است. بنابراین، نتیجه می‌گیریم که قورباغه و مارمولک، که در این ویژگی‌های جدیدتر مشترک‌اند، نیای مشترک جدیدتری داشته‌اند و در نتیجه، خویشاوندی آن‌ها نزدیک‌تر است. شباهت‌های قورباغه و ماهی (مثلاً تنفس در آب) بازمانده از گذشته‌ای دورتر است و نیاکان دور مارمولک‌ها نیز دارای این ویژگی‌ها بوده‌اند. درحقیقت، رویان مارمولک شکاف آبششی دارد اما این شکاف آبششی پس از تولد به حنجره تبدیل می‌شود. دانشمندان در رده‌بندی تنها به شباهت‌هایی از همین نوع اخیر توجه نشان می‌دهند: تنها ویژگی‌هایی که در جدیدترین نیای مشترک دو موجود ظاهر شده‌اند، شباهت آن‌ها شمرده می‌شوند.

اکنون شما را با یک پرسش بزرگ تنها می‌گذاریم:

تمساح، مارمولک و کبوتر هر سه مهره‌دارانی خشکی‌زی هستند. مارمولک و تمساح خون‌سردند، پر ندارند و چهارپا هستند. از طرف دیگر، تمساح و کبوتر دارای قلب چهارحفره‌ای هستند و پاهایشان در زیر بدنشان قرار می‌گیرد نه کنار بدنشان. به‌نظر

شما تمساح به مارمولک شبیه‌تر و نزدیک‌تر است یا به کبوتر؟

خوشبختانه پاسخ این پرسش را در همین کتاب خواهید یافت!



اندام‌های همسان

پای انسان و ملخ، هر دو وظیفه مشابهی انجام می‌دهند، اما نه منشأ تکاملی مشترک دارند، نه منشأ تکوینی مشترک. به ساختارهایی که ظاهر مشابه و منشأ تکاملی متفاوت دارند، ساختارهای هم‌سان می‌گویند.

راهنمای خواندن درخت‌های تبارزایی

خط زمان

خط زمان همه درخت‌های تبارزایی این کتاب بر اساس خط زمانی ارائه شده در فصل ۳ همین کتاب ترسیم شده است. عده‌ای روی این خط زمانی نشان‌دهنده «میلیون سال پیش» هستند؛ مثلاً «۶۵» یعنی ۶۵ میلیون سال پیش.

شکست در خط زمان

گاهی بخش مهمی از درخت تکاملی مربوط به بازه زمانی کوچکی است که به بزرگ‌نمایی نیاز دارد؛ اما نیازی به بزرگ‌نمایی کل خط زمانی نیست. در این حالت، قسمتی از خط زمانی دارای بزرگ‌نمایی متفاوت با بقیه خط زمان است. خطوط آریب زرد رنگ نشان‌دهنده شکست در خط زمان یا تغییر بزرگ‌نمایی در آن است.

تبارها

خطوط سیاه‌رنگ هر تبار نشان‌دهنده بخشی از خط زمان هستند که سنگواره‌های قطعی از تبار مورد نظر از آن دوره کشف شده‌اند. اما خطوط خاکستری رنگ نشان‌دهنده بخشی از خط زمان هستند که فکر می‌کنیم تبار مورد نظرمان در آن دوره وجود داشته، اما سنگواره‌اش از آن دوره کشف نشده است. علامت خنجر سرخ رنگ + هم نشان‌دهنده انقراض کامل تبار مورد نظر است.

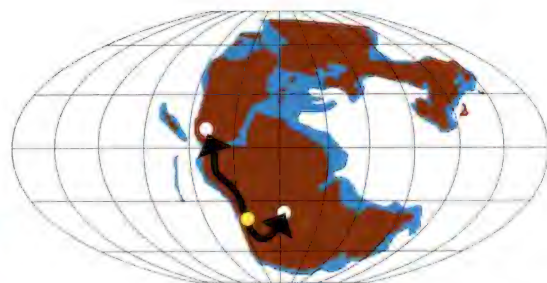
به جز خطوط سیاه، خاکستری و +، ممکن است عناصر دیگری مثل تصاویر سایه‌ای و حتی تصویر اسکلت دایناسورها هم به درخت‌ها اضافه شود. اما باید دقت کرد که این عناصر اضافه (تصاویر سایه‌ای و اسکلت‌ها) با خط زمان منطبق نیستند و صرفاً برای روشن‌تر شدن موضوع اضافه شده‌اند.

توضیحات صورتی رنگ

توضیحات صورتی رنگی که با خط‌چین به نام برخی تبارها متصل شده‌اند، همان ویژگی‌های مشترک اعضای آن تبارند. به عبارت دیگر، آخرین نیای مشترک تبار مورد نظر دارای ویژگی‌های مشخص شده با رنگ صورتی شده است و این ویژگی‌ها به همه شاخه‌هایی که از این نیای مشترک تکامل یافته‌اند (یعنی همه جانورانی که درون تبار قرار دارند) هم به ارث رسیده است. گاهی برای درک بهتر موضوع قسمت‌هایی از تصاویر، اسکلت‌های درون کتاب هم با رنگ صورتی مشخص شده‌اند تا هیچ نکته مبهمی در مورد جزئیات کالبدشناسی، که در توضیحات تکاملی آمده‌اند باقی نماند.

راهنمای خواندن نقشه‌های این کتاب

یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب، ارائه دادن نقشه‌های جداگانه برای پراکنش هر کدام از تبارهای دایناسورهاست. در هریک از این نقشه‌ها آرایش قاره‌ها به همان شکلی آمده است که در زمان زندگی تبار مورد نظر بوده است. بنابراین می‌توان دید که نیای مشترک هر تبار در چه منطقه‌ای می‌زیسته و گونه‌های بعدی در چه مناطقی تکامل یافته‌اند.



نقطه زرد رنگ

نقطه زرد رنگ هر نقشه نشان‌دهنده محلی از کره زمین است که تصویری کنیم تبار مورد نظر از آن جا برخاسته است و نیای مشترک تبار در آن مکان می‌زیسته است.

نقاط سفید رنگ

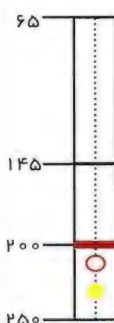
نقاط سفید رنگ هر نقشه نیز نشان‌دهنده مکان‌های دیگری هستند که اعضای بعدی آن تبار در آن جا می‌زیستند.

پیکان‌های سیاه رنگ

پیکان‌های سیاه رنگ مسیرهای احتمالی مهاجرت و گونه‌زایی دایناسورها را نشان می‌دهند.


خط زمانی

کنار هر کدام از نقشه‌های کتاب، یک خط زمانی بسیار ساده وجود دارد که خط سرخ‌رنگ روی آن به ما می‌گوید آن نقشه وضعیت قاره‌ها را دقیقاً در چند میلیون سال پیش نشان می‌دهد. البته باید توجه کرد که تکامل هر کدام از تبارهایی که در این کتاب مورد بحث قرار گرفته‌اند، در یک لحظه رخ داده است. در بیشتر موارد گونه‌زایی و پراکنش گونه‌های جدید از نقطه زرد رنگ به نقاط سفید رنگ، چند میلیون سال طول کشیده است. حتی در مواردی فرگشت یک تبار طی چند ده میلیون سال رخ داده است و قاره‌ها نیز طی این مدت تغییرات زیادی کرده‌اند. بنابراین در هر خط زمانی، جایگاه تقریبی نقطه زرد رنگ (به عنوان نیای مشترک و قدیمی‌ترین نمونه تبار)، همین‌طور جدیدترین نقطه سفید رنگی که روی نقشه وجود دارد، مشخص شده است. اختلاف زمانی میان خط سرخ‌رنگ و نقاط زرد و سفید نشان می‌دهد دامنه تغییرات وضعیت قاره‌ها طی تکامل تبار مورد نظر، تا چه حد با وضعیتی که در نقشه دیده می‌شود تفاوت دارد.



سوریسکین‌ها
Saurischia

کیسه‌های
هوایی متصل
به شش‌ها



خاستگاه ازدها

تاکنون با مقدماتی پیرامون مطالعهٔ سنگواره‌ها آشنا شده‌اید. زمین‌شناسی و تکامل مهم‌ترین پایه‌های دانش دیرینه‌شناسی هستند.

این مقدمات، برای شما زمینه‌ای فراهم می‌کنند تا با دایناسورها آشنایی بیشتری پیدا کنید. در فصل‌های آینده اندک‌اندک به خود دایناسورها نزدیک‌تر می‌شویم. ابتدا به پیدایش خزندگان می‌پردازیم. در فصل ششم با کالبدشناسی و تشریح دایناسورها آشنا می‌شویم و در فصل هفتم می‌کوشیم دلایل پیدایش دایناسورها را بررسی کنیم. در دو فصل هشتم و نهم به نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها می‌پردازیم. از فصل دهم تا فصل چهاردهم به تکتک تبارهای دایناسورها، از ابتدایی‌ترین آن‌ها تا پرندگان امروزی خواهیم پرداخت. در فصل‌های چهل و نهم و پنجاهم نیز به انقراض دایناسورها و سرانجام اکتشاف دایناسورها در ایران پرداخته می‌شود.



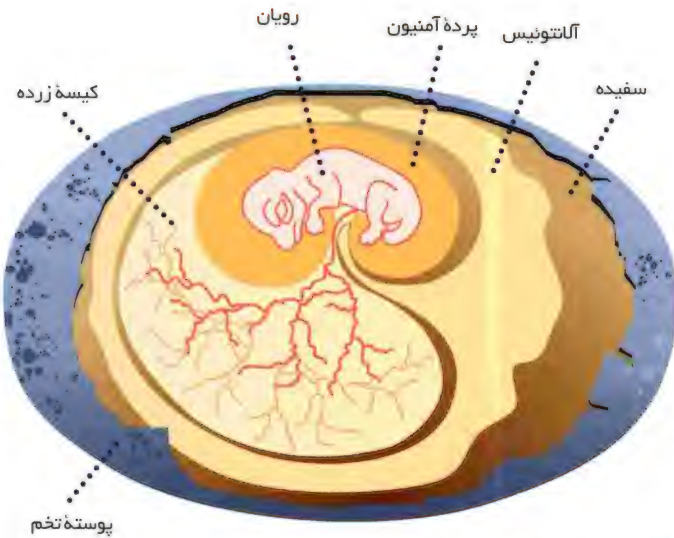
خاستگاه ازدها تکامل و رده‌بندی خزندگان

وقتی کسی از خزندگان صحبت می‌کند، باید ببینیم دقیقاً چه «منظور»ی دارد. بیشتر مردم فکر می‌کنند خزندگان موجوداتی هستند که «می‌خزند». زمانی هم دایناسورشناس‌ها تصمیم گرفتند دایناسورها را جدا از خزندگان رده‌بندی کنند؛ زیرا قبول داشتند که بالاخره خزندگان باید بخزند و از طرفی هم می‌گفتند که دایناسورها نمی‌خزند! ما در این کتاب خزندگان را به‌خاطر ویژگی‌هایی که «ندارند»، از گروه‌های دیگر جدا نمی‌کنیم. بنابراین، «خزیدن» (در برابر راه رفتن و دویدن و پریدن) یا خون سرد بودن (در برابر خون گرم بودن) جزء ویژگی‌ها و شباهت‌های این گروه نیست. خزندگان مهره‌دارانی هستند که روی خشکی تولیدمثل می‌کنند و ویژگی‌های استخوان‌شناسی ویژه‌ای دارند؛ مثل حفرة بزرگ پس‌گیجگاهی. این ویژگی‌ها در نیای مشترک لاک‌پشت‌ها، مارمولک‌ها، مارها، تمساح‌ها، پرندگان و بسیاری از حیوانات عجیب‌وغریب دیگر پیدا شد و البته به همه این گروه‌های بعدی نیز به‌ارث رسید. در رده‌بندی تکاملی، نه تنها خزندگان لزوماً حیواناتی خون سرد نیستند بلکه شامل پرندگان هم می‌شوند (فصل ۴۸).

ماهی‌هایی که در خشکی تخم گذاشتند!

۳۶۰ میلیون سال پیش، ماهی‌ها خشکی را فتح کردند. در ۳۰ میلیون سال نخست، همه آن‌ها هنوز در آب تخم می‌گذاشتند، تا اینکه در ۳۳۰ میلیون سال پیش، برخی از آن‌ها توانستند برای همیشه از آب دل‌بکنند. آن‌ها به‌جای اینکه مثل ماهی‌ها و دوزیستان تخم‌های ساده ژله‌ای داشته باشند، پوششی سخت به‌دور تخم‌هایشان ایجاد کردند که مانع خشک‌شدن تخم در خشکی می‌شد. به‌علاوه، با رشد رویان چهار پرده رویانی هم ظاهر می‌شدند که میان رویان، اجزای دیگر تخم و فضای بیرون سدی ناتراوا ایجاد می‌کردند، مهم‌ترین این پرده‌ها، پرده آمنیون^۱ است که رویان را در استخری اختصاصی شناور می‌کند. پرده‌های دیگر عبارتند از کیسه زرده^۲، کوریون^۳ و آلانتوئیس^۴. به این مهره‌داران خشکی‌زی که دارای پرده‌های اطراف رویان هستند، آمنیوت^۵ می‌گوییم.

نیای مشترک همه آمنیوت‌ها، نخستین مهره‌داری بود که روی خشکی تخم گذاشت: جانوری شبیه سمندر یا مارمولک. از نسل این موجود دو گروه اصلی آمنیوت‌ها تکامل یافتند: سیناپسیدها^۶ (پستانداران و خویشاوندان ابتدایی آن‌ها) و سورپسیدها^۷ (یعنی لاک‌پشت‌ها، مارها و مارمولک‌ها، تمساح‌ها، پرندگان^{۱۱} و خزندگان دیگر). مهم‌ترین تفاوت سیناپسیدها و خزندگان در ساختار جمجمه و دندان‌های آن‌ها بود: حفرة‌های گیجگاهی خزندگان و سیناپسیدها کاملاً با هم تفاوت داشتند. به‌علاوه، سیناپسیدها دارای دندان‌های مختلفی بودند (همان دندان‌های آسیا و نیش و پیش؛ در حالی که دندان‌های بیشتر خزندگان چنین آرایشی نداشت).



رویان یک دایناسور، مثل همه مهره‌داران آمنیوت، درون پرده آمنیون قرار گرفته است. رویان همه پستانداران، لاک‌پشت‌ها، مارها و مارمولک‌ها، تمساح‌ها و پرندگان دارای پرده‌های رویانی آمنیون، کوریون، کیسه‌زده و آلانتوئیس هستند.

نخستین آمنیوت، موجودی مارمولک‌مانند و حشره‌خوار بود. نیاکان او مثل ماهی‌ها در آب تخم‌ریزی می‌کردند و نوزادانشان به‌شکل یجه‌ماهی در آب متولد می‌شدند و پس از دگردیسی به خشکی می‌آمدند اما این حیوان تخمی گذاشت که به آب نیاز نداشت. رویان درون این تخم مراحل ماهی‌مانند بودن را طی می‌کرد و سپس، با دست‌وپای کامل سر از تخم درمی‌آورد.

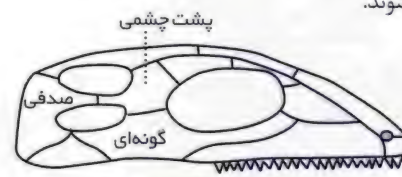


تکامل دایا پسیدها

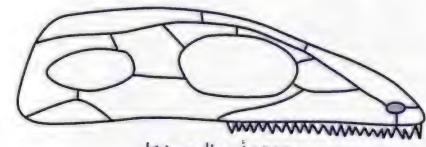
دایا پسیدها^{۱۲} شامل طیف وسیعی از خزندگان می‌شوند. متنوع‌ترین تبار آمنیوت‌ها دایا پسیدها بوده‌اند و هستند. مارها، مارمولک‌ها و خویشاوندان آن‌ها، خزندگان آبی، تمساح‌ها، دایناسورها و پرندگان همگی جزء دایا پسیدها هستند. مهم‌ترین ویژگی دایا پسیدها ساختار حفره‌های گیج‌گاهی^{۱۳} آن‌هاست. خواهیم دید که بسیاری از آن‌ها سوخت‌وساز بالایی داشتند (← فصل ۷ و ۳۵). مهم‌ترین دایا پسیدهای منقرض شده خزندگان آبی و تبارهای گوناگونی از آرکوسورها^{۱۴} بودند. آرکوسورها آخرین تبار دایا پسیدها هستند. انواع ابتدایی آرکوسورها هم تفاوت زیادی با مارمولک‌ها نداشتند اما به تدریج ویژگی‌هایی در آن‌ها ظاهر شد که موفقیت نسبی آن‌ها را به دنبال داشت. این ویژگی‌ها را در نمایندگان زنده آرکوسورها، یعنی تمساح‌ها و پرندگان، به خوبی می‌توان مشاهده کرد. مهم‌ترین این ویژگی‌ها مربوط به دستگاه عصبی، رفتار، حرکت و گردش خون آرکوسورهاست. در فصل‌های آینده به پیدایش آرکوسورها، به خصوص آرکوسورهای خون گرم، نگاهی خواهیم کرد.

ساختار جمجمه در آمنیوت‌ها

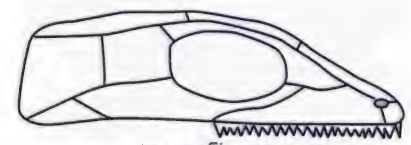
جمجمه گروه‌های مختلف آمنیوت‌ها با ویژگی‌های متعددی از هم شناخته می‌شود. جمجمه سینا پسیدها - شامل پستانداران - دارای حفره گیجگاهی منفردی در میان استخوان‌های پشت‌چشمی و گونه‌ای و صدفی است (← فصل ۶). خزندگان، خود به دو گروه آناپسیدها و دایا پسیدها تقسیم می‌شوند. آناپسیدها حفره‌های گیجگاهی ندارند (مثل لاک‌پشت) ولی دایا پسیدها دارای دو حفره گیجگاهی هستند که میان استخوان‌های پشت‌چشمی، آهیانه، صدفی و گونه‌ای قرار دارند. مارها و مارمولک‌ها، تمساح‌ها، دایناسورها و پرندگان همگی دارای این نوع جمجمه‌اند و جزء دایا پسیدها رده‌بندی می‌شوند.



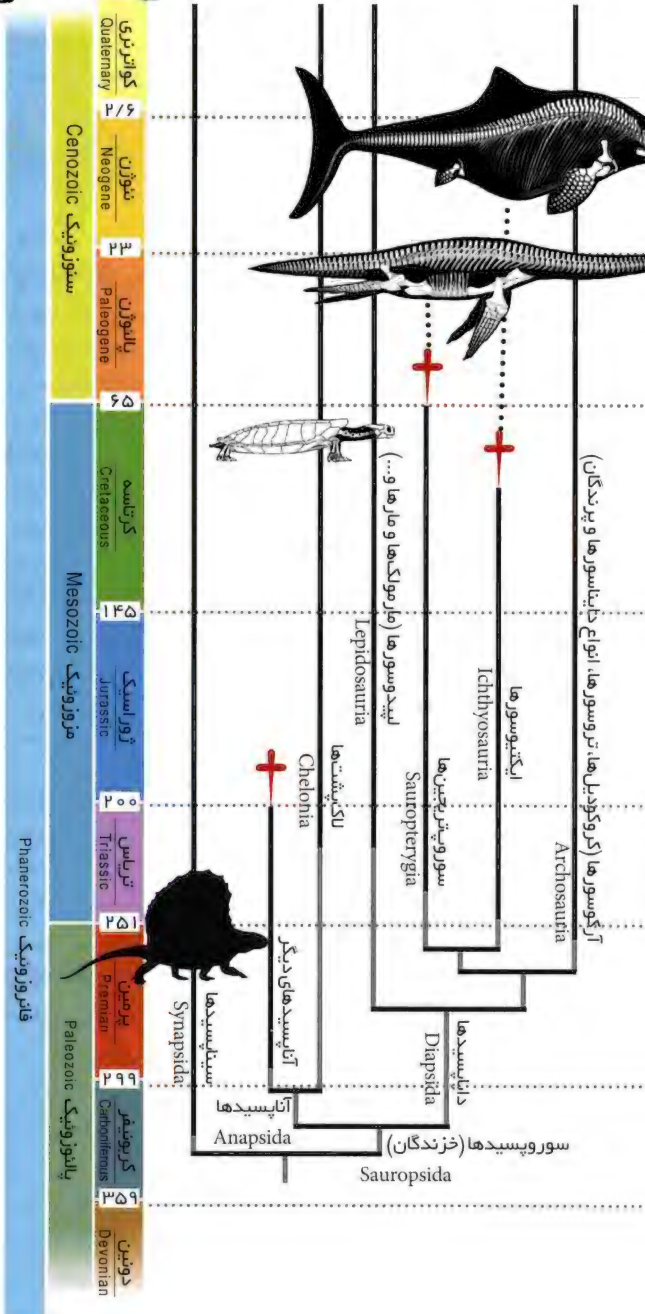
جمجمه دایا پسیدها



جمجمه سینا پسیدها



جمجمه آناپسیدها



استخوان‌های دایناسورها

نخستین مرحله مطالعه دایناسورها، بررسی استخوان‌های آن‌هاست. معمولاً قسمت‌های نرم‌تر بدن به‌سختی در سنگواره‌ها حفظ می‌شوند؛ بنابراین، بیشترین و مهم‌ترین اطلاعاتی که درباره دایناسورها داریم، از بررسی استخوان‌های آن‌ها به‌دست آمده است. در متن این کتاب، ما نیز به جزئیات استخوان‌شناسی چندان نمی‌پردازیم. با وجود این، نگاهی گذرا به استخوان‌شناسی دایناسورها در ابتدای کتاب می‌تواند مفید باشد. به‌هرحال، برای دانشمندان استخوان‌شناسی مهم‌ترین بخش دانش دیرینه‌شناسی است. اسکلت بدن مهره‌داران، شامل جمجمه، ستون مهره‌ها، اندام‌های حرکتی و بخش‌های ضمیمه‌ای مثل دنده‌هاست.

اندام‌های حرکتی از طریق «کمرندهای حرکتی» به ستون مهره‌ها متصل می‌شوند. کمر بند حرکتی پیشین، شامل کتف، استخوان غرابی و استخوان‌های دیگری مثل استخوان ترقوه و جناغ است. کمر بند حرکتی پسین نیز شامل استخوان‌های تهیگاهی، نشیمنگاهی و شرمگاهی می‌شود. ستون مهره‌ها در دایناسورها به چهار ناحیه گردن، پشت، خاجی و دم تقسیم می‌شود. مهره‌های خاجی مهره‌هایی هستند که به لگن

دایناسورها یکی از شناخته‌شده‌ترین گروه‌های پیش از تاریخ‌اند شناخته‌شده و البته جذاب برای دانشمندان. مهم‌ترین دلیل جذابیت دایناسورها، حجم زیاد سوالات دانشمندان پیرامون زیست‌شناسی و سوخت‌وساز آن‌هاست. پوست دایناسورها نیز چیزی میان پوست زردهار کروکودیل و پوست پردار پرندگان بوده است. می‌دانیم که برخی رفتارهای پیچیده اجتماعی، مثل زندگی و مهاجرت گروهی، نگهداری از زاده‌ها، شکار دسته‌جمعی و آوازهای جفت‌یابی در دایناسورها وجود داشته است. ما حتی می‌توانیم از روی ردپاهای آن‌ها سرعت دویدنشان را حدس بزنیم. از همه مهم‌تر، امروز یک گروه بسیار رنگارنگ از دایناسورها باقی‌مانده‌اند که با نگاه کردن به آن‌ها می‌توانیم در مورد دایناسورها قضاوت کنیم.

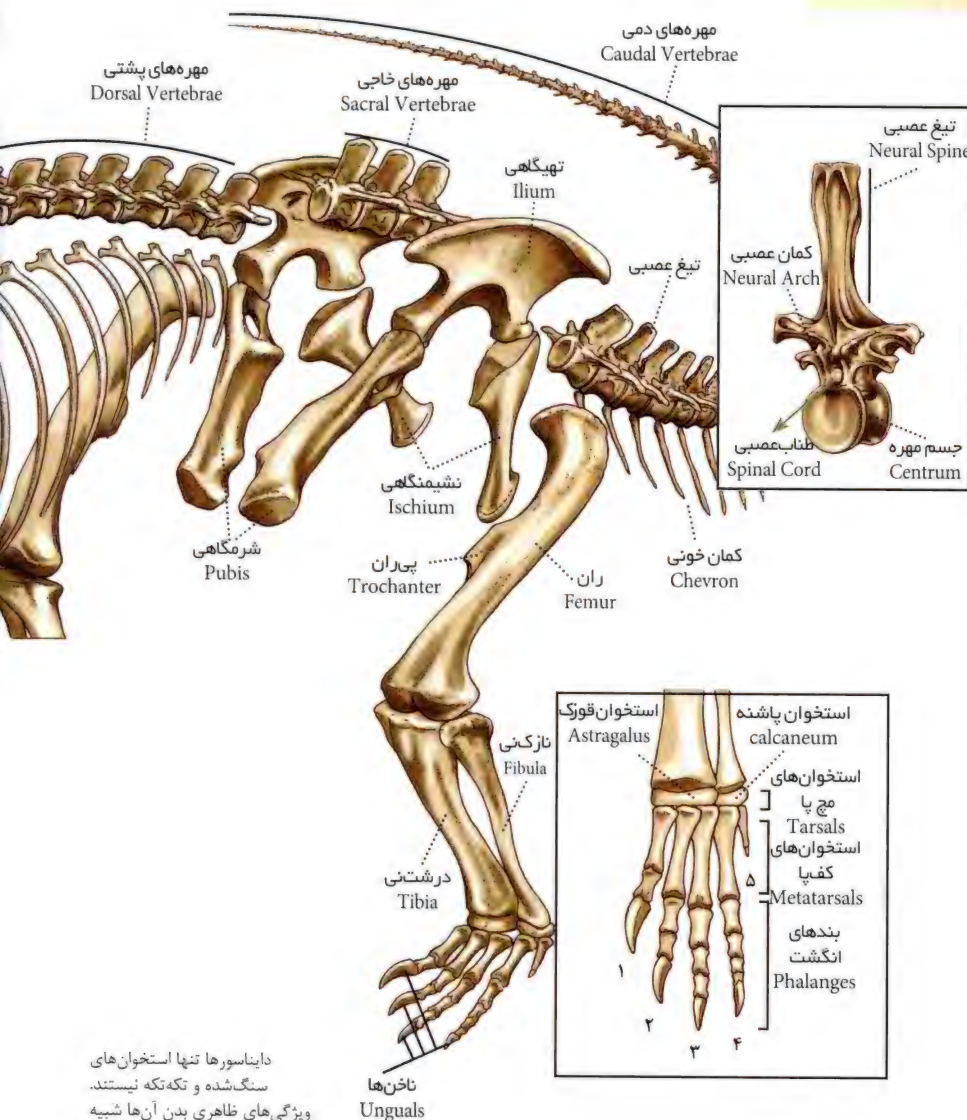
به‌هرحال، مهم‌ترین راه شناخت دایناسورها و آشنایی با آن‌ها، بررسی استخوان‌های این جانوران و مقایسه انواع مختلف آن‌ها با پرندگان امروزی است.

ساختمان مهره‌ها

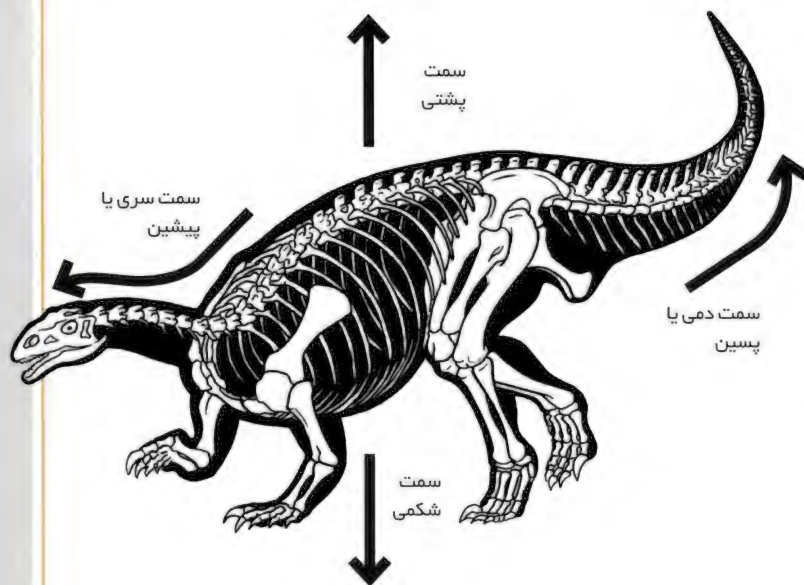
مهره‌ها یکی از مهم‌ترین استخوان‌های دایناسورها هستند؛ زیرا آن‌ها تعداد بیشتری مهره دارند تا مثلاً استخوان بازو یا جمجمه به‌علاوه، شکل مهره‌ها در گروه‌های مختلف دایناسورها تنوع زیادی پیدا کرده است؛ بنابراین، با پیدا کردن یک مهره هم می‌توان حدس زد که صاحب آن مهره چه‌جور دایناسوری بوده است. با وجود این، ساختار کلی مهره در دایناسورها و دیگر مهره‌داران یکی است: جسم مهره، قسمت استوانه‌ای پایین مهره است. غضروف‌های میان مهره‌ای، جسم مهره‌های پشت سر هم را به هم مفصل می‌کنند. در بالای جسم مهره، کمانی استخوانی وجود دارد که محل عبور نخاع یا طناب عصبی است؛ برای همین، به آن کمان عصبی می‌گوییم. معمولاً زوائد گوناگونی از اطراف کمان عصبی خارج شده‌اند که در شناسایی صاحب مهره نقش مهمی دارند. مهم‌ترین این زوائد، تیغ عصبی است که درست از بالای کمان عصبی بیرون زده است. تاندون‌ها و ماهیچه‌هایی که ستون مهره‌ها را استوار نگاه می‌دارند، به همین تیغ‌های عصبی متصل می‌شوند.

ساختمان استخوان‌های پا

دایناسورها از همان آغاز پیدایش، در مقایسه با خزندگان دیگر پاهایی استثنایی داشته‌اند. برخلاف خزندگان دیگر، ران‌های آن‌ها طوری با لگن مفصل می‌شد که پاها عمود بر زمین قرار بگیرند. به همین سبب، ساختار مچ پای آن‌ها نیز منحصر به‌فرد بود. دوتا از استخوان‌های مچ پا (پاشنه و قوزک) با استخوان‌های کف پا مفصلی لولایی می‌ساختند که برای تحمل وزن دایناسورها و دویدن مناسب بود. زائده‌ای کوچک از استخوان قوزک به درشتنی متصل می‌شد که باعث پایداری مفصل ساق و مچ بود.



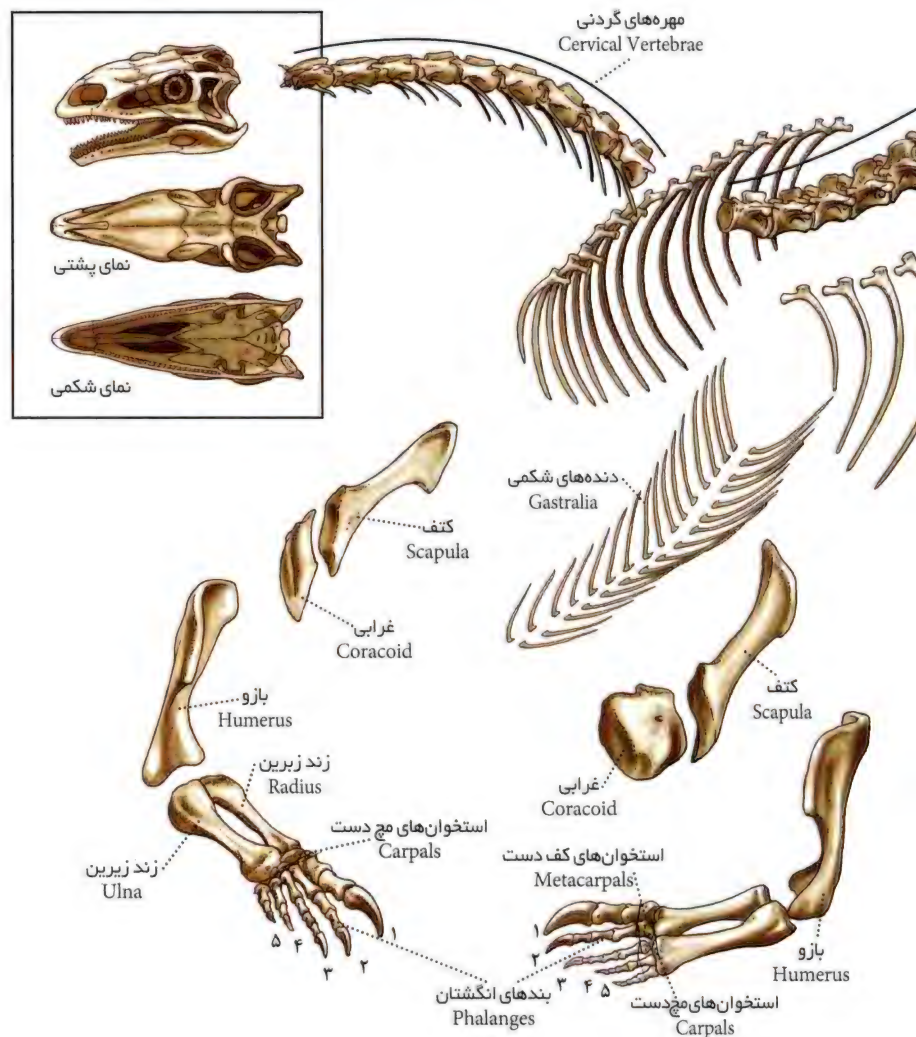
دایناسورها تنها استخوان‌های سنگ‌شده و تکه‌تکه نیستند. ویژگی‌های ظاهری بدن آن‌ها شبیه به مهره‌داران خون‌گرم امروزی است.



جوش خورده‌اند. دنده‌ها، به ناحیه پشتی محدود نیستند؛ مثلاً دنده‌های گردنی هم وجود دارند که خیلی کوچک‌اند. دنده‌های گردنی را در پرنده‌های امروزی هم می‌توان دید. دنده‌های شکمی، دنده‌های حقیقی نیستند بلکه استخوان‌هایی کوچک و پی‌درپی هستند که در میان ماهیچه‌های شکمی قرار می‌گیرند. استخوان‌های ترقوه و جناغ میان دو استخوان غرابی و دنده‌های شکمی قرار دارند اما در بسیاری از دایناسورها، این استخوان‌ها آن قدر نرم و غضروفی بوده‌اند که در سنگواره‌ها اثری از آن‌ها به‌جا نمانده است. در عوض، در دایناسورهای شکارچی، به‌ویژه آن‌ها که خویشاوندان پرندگان هستند، این استخوان‌ها خیلی خوب استخوانی شده‌اند. به‌علاوه، دو استخوان ترقوه به‌هم متصل شده‌اند و استخوانی جدید به نام استخوان چنگالی ساخته‌اند. این استخوان چنگالی، همان است که وقتی مرغ می‌خورید، اشتباهاً به آن «جناغ» می‌گویید و گاهی با آن «جناغ می‌شکنید»! استخوان جناغ پرندگان، همان استخوان بزرگ و پرگوشت سینه است.

جهت‌های مختلف بدن در تشریح

زمانی که صحبت از تشریح دایناسورها به میان می‌آید، ما اصطلاح‌هایی مانند شکمی، پشتی، سری و دمی می‌شنویم. این اصطلاحات به اندام خاصی اشاره ندارند بلکه منظور از آن‌ها جهت خاصی در بدن است که به سمت آن اندام می‌رود؛ مثلاً زمانی که می‌گوییم جهت سری ستون مهره‌ها، منظورمان آن سمت از مهره‌هاست که به سمت سر قرار می‌گیرند یا وقتی می‌گوییم جهت شکمی مجموعه، منظورمان سطح پایینی مجموعه است (یعنی هم‌جهت با شکم). جهت پشتی هم برعکس جهت شکمی است. پس پشت سر یک دایناسور، در حقیقت بالای سر حیوان است، نه آن قسمتی که به سمت ستون مهره‌ها قرار دارد. برای اشاره به آن سمت سر که به سوی ستون مهره‌ها قرار دارد یا جهت برعکس، یعنی نوک پوزه، از اصطلاح‌های عقبی-جلویی یا پسین-پیشین استفاده می‌کنیم. پس، نباید اصطلاح پشتی-شکمی را با پسین-پیشین یا عقبی-جلویی اشتباه کرد. معادل دیگر جهت‌های عقبی و جلویی، سری و دمی است. جهت دمی، یعنی به سمت عقب بدن. دو جهت متقابل دیگر، جهت‌های ابتدایی و انتهایی هستند. ابتدای استخوان‌های دراز یعنی جایی که این استخوان‌ها به بدن متصل‌اند و انتها یعنی آن سر استخوان که از بدن دور است.



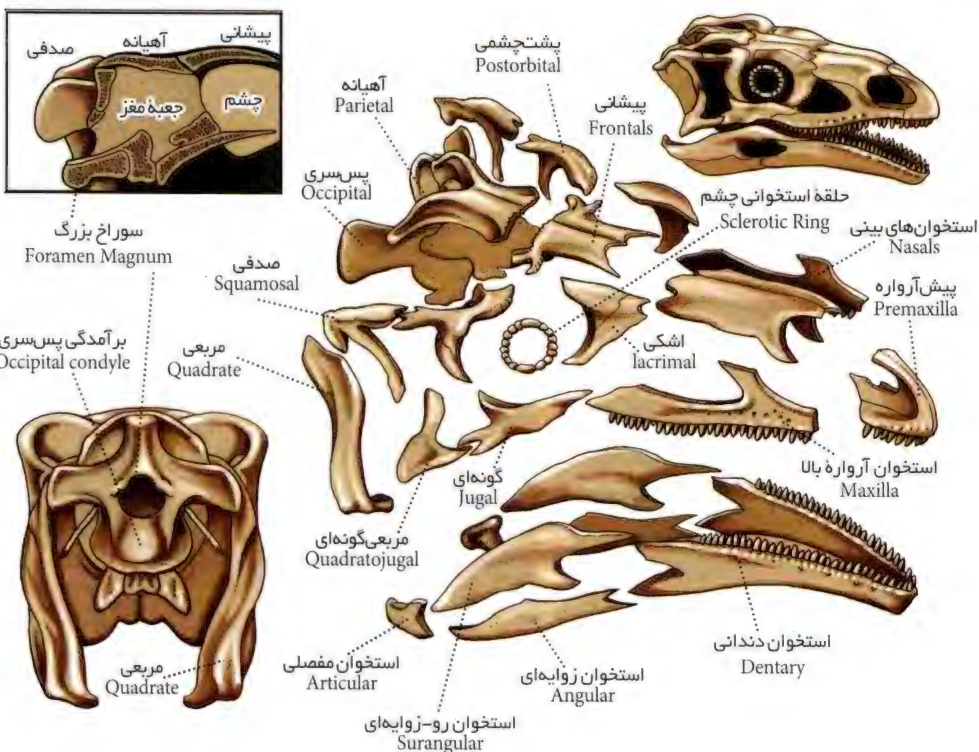
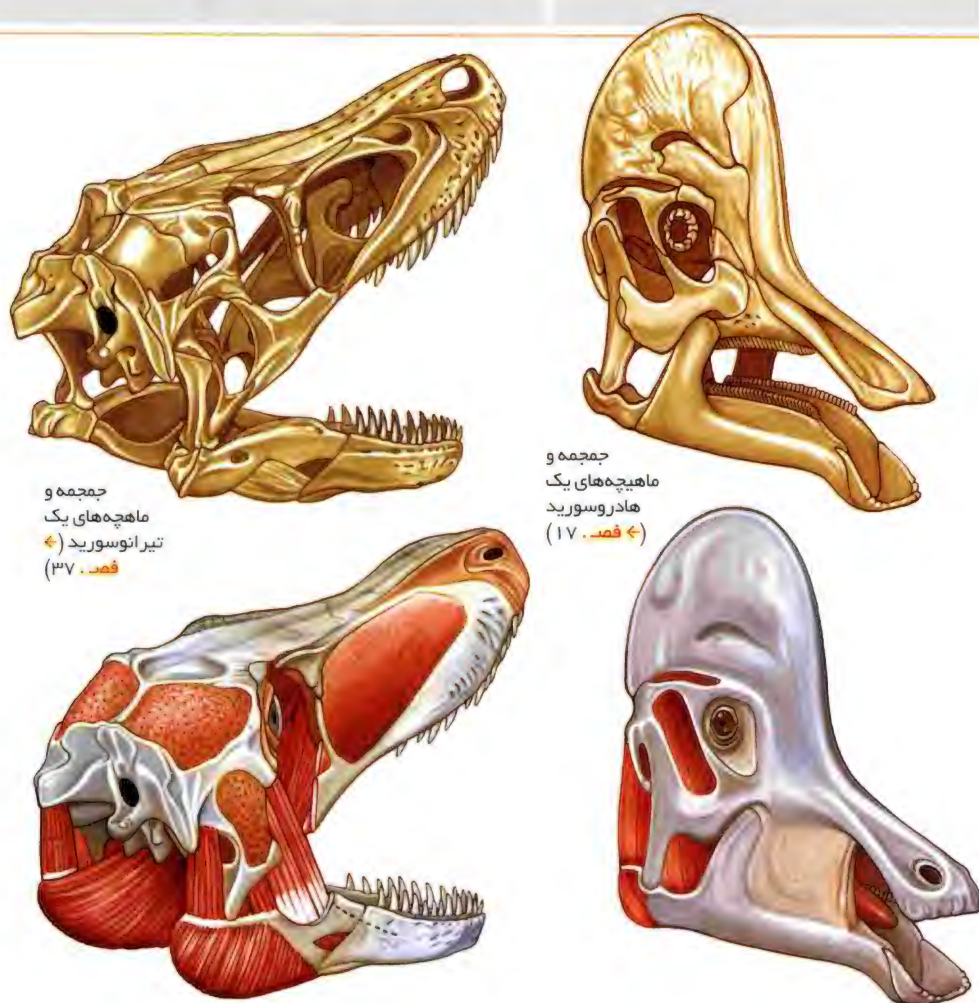
ماهیچه‌های جمجمه‌ای

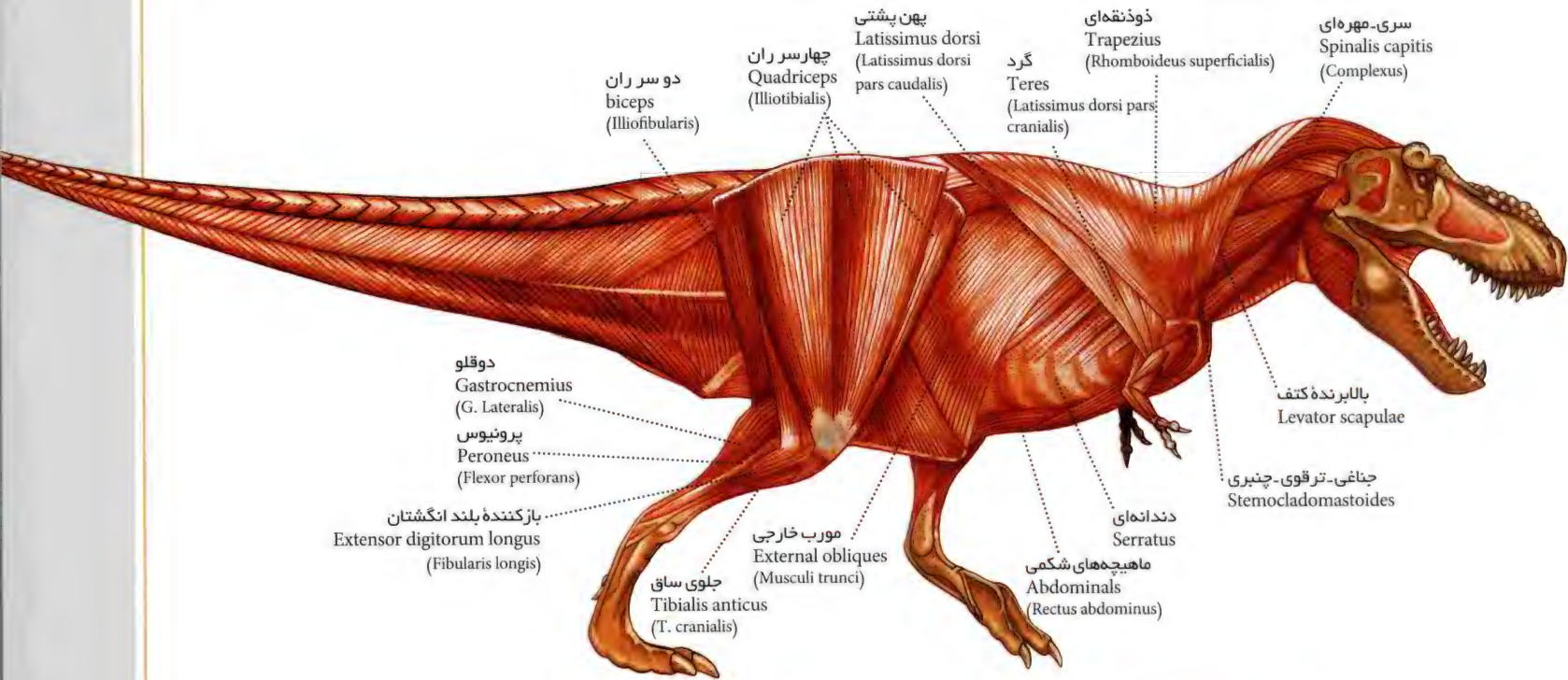
مهم‌ترین ماهیچه‌های دایناسورهای گوشت‌خوار (سمت‌چپ)، ماهیچه‌های جمع‌کننده آرواره هستند. حداکثر قدرت آرواره تیرانوسورس ۱۸/۳ تا ۲۳/۵ تن برآورد شده است. مطالعه جای گازگرفتگی تیرانوسورس روی استخوان‌های دایناسورهای علف‌خوار، نشان‌دهنده وارد شدن نیرویی حدود ۶۴۰ تا ۱۳۰۰ کیلوگرم از هر کدام از دندان‌ها به استخوان است. مهم‌ترین ماهیچه‌های جمع‌کننده آرواره، ماهیچه‌های گیجگاهی هستند. البته ماهیچه‌های جمجمه خزندگان با ماهیچه‌های معمول در پستانداران تفاوت دارند؛ بنابراین، در بدن خزندگان دنبال ماهیچه‌های آشنایی مثل ماهیچه ماضغه-که در جمجمه انسان سراغ دارید-نگردید!

در بیشتر دایناسورهای گیاه‌خوار (سمت‌راست) علاوه بر ماهیچه‌های آرواره، ماهیچه‌هایی نیز دوطرف گونه‌ها را می‌پوشانند. این ویژگی-درست مثل پستانداران-در دایناسورهای گیاه‌خوار به‌این دلیل تکامل یافت که آن‌ها غذای خود را پیش از بلعیدن، می‌جویدند. ماهیچه‌های گونه هم مانع بیرون ریختن غذا هنگام جویدن می‌شوند، و هم به جویدن غذا کمک می‌کنند. ماهیچه‌های جمع‌کننده آرواره، مثل ماهیچه‌های گیجگاهی، نقش اصلی را در جویدن غذا دارند.

ساختمان جمجمه

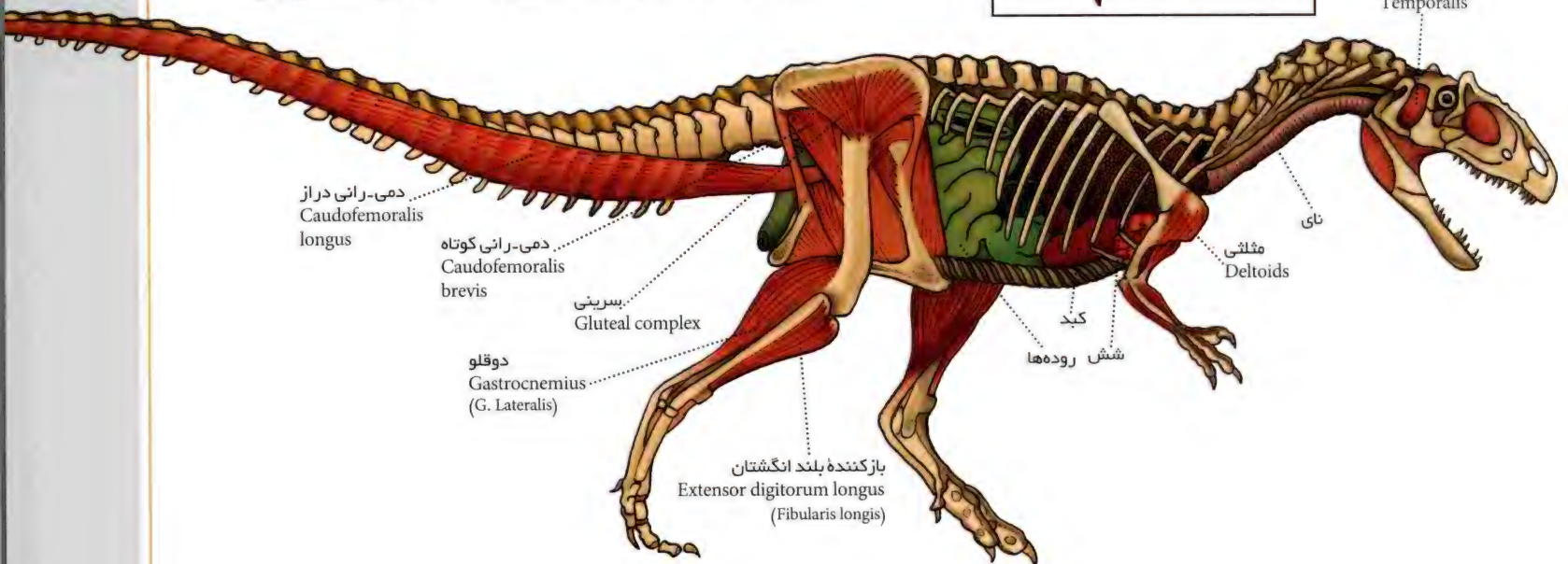
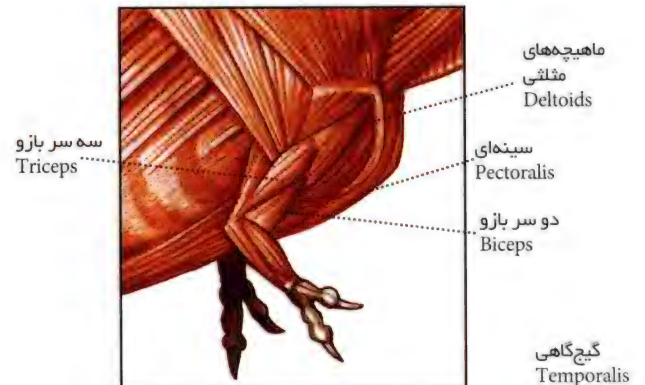
مهم‌ترین قسمت اسکلت همه مهره‌داران، جمجمه است و حیاتی‌ترین قسمت جمجمه، جعبه مغزی است؛ جایگاهی که مغز و اعصاب جمجمه‌ای را در خود جای داده است (فصل ۴۴). طناب عصبی از سوراخی در عقب جمجمه، به نام «سوراخ بزرگ»، خارج می‌شود و از طریق کمان‌های عصبی درون مهره‌ها به سمت دم می‌رود. استخوان‌های آرواره و صورت هم مهم‌ترین استخوان‌ها در شناسایی صاحب جمجمه‌اند. آرواره پایینی شامل یک استخوان بزرگ به‌نام «دندانی» و چند استخوان کوچک‌تر در عقب آرواره است. صورت نیز شامل استخوان‌های آرواره بالا، پیش آرواره، گونه، اشکی و بینی می‌شود. استخوان‌های ناحیه بالای سر شامل پیشانی، آهیانه، پشت‌چشمی و صدفی می‌شوند. استخوان‌های قسمت پس‌سری و مفصل آرواره هم شامل استخوان مربعی، مربعی‌گونه‌ای، و پس‌سری می‌شوند. در اینجا از پرداختن به بسیاری استخوان‌های دیگر صرف‌نظر کرده‌ایم. در جمجمه دایناسورها علاوه بر حفره‌های گیج‌گاهی همه دایا پسیدها، حفره‌ای دیگر به نام حفره «پیش‌چشمی» نیز وجود دارد. میان استخوان‌های آرواره نیز حفره‌ای به‌نام حفره آرواره‌ای وجود دارد.





ماهیچه‌های دایناسورها

بدن دایناسورها دارای ماهیچه‌هایی سریع و پرقدرت بوده است. این را از برآمدگی‌های مخصوص اتصال ماهیچه‌ها به استخوان‌ها می‌توانیم بفهمیم. نیاکان دایناسورها موجوداتی دوبا بوده‌اند؛ بنابراین، حتی سنگین‌وزن‌ترین دایناسورهای چهارپا نیز برخی ویژگی‌های حیوانات دوبا را داشته‌اند. به علاوه، ماهیچه‌های پا بزرگ‌تر و قوی‌تر از دست‌ها بوده‌اند. دم و گردن دایناسورها نیز ماهیچه‌هایی قوی و رابط‌هایی مستحکم داشته است. در بالا می‌توانید ماهیچه‌های یک تیرانوسورید (فصل ۳۷) و در پایین ماهیچه‌ها و احشاء یک آلوسورید را (فصل ۳۵) را ببینید. بعضی ماهیچه‌ها دارای دو نام هستند. یک نام بیشتر میان پزشکان رواج دارد و نام دیگر، که میان دو کمان آمده‌است، میان دامپزشکان و پرندشناسان رایج است.





حاکمان جدید زمین انقراضی پیش از دایناسورها

در حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش، کره زمین به دو قلمرو تقسیم می‌شد: اقیانوسی عظیم و یک پارچه در یک سو، و قاره‌ای خشک و سوزان و وسیع در سوی دیگر. این قاره فراگیر از قطب شمال تا قطب جنوب کشیده شده بود. در مناطق استوایی گرمای شدید و خشکی زیاد، بیابان‌هایی داغ پدید آورده بود که قرن‌ها هیچ بارانی به چشم نمی‌دیدند. آب‌وهوای خشک و بی‌رحم قاره وسیع از سویی، و رطوبت و اعتدال نسبی اقیانوس از سوی دیگر، توفان‌هایی بسیار مهیب در کره زمین ایجاد می‌کرد که چندین برابر از نمونه‌های فاجعه‌بار امروزی شدیدتر بودند. در چنین شرایطی، بیشتر جانوران در مناطق ساحلی و معتدل کره زمین زندگی می‌کردند. احتمالاً بر اثر جریان‌های شدید اقیانوسی و توفان‌های وحشتناک آن دوره، میزان زیادی گاز دی‌اکسید کربن، که در اقیانوس‌ها انباشته شده بود، ناگهان در جو زمین آزاد شد و حادثه‌ای غم‌انگیز به بار آورد: ۲۵۰ میلیون سال پیش ناگهان ۹۰ درصد گونه‌های جانداران منقرض شدند. این انقراض، بزرگ‌ترین انقراض ثبت‌شده در تاریخ زمین است. پس از این انقراض بود که بسیاری از آمیوت‌ها، تغییرات تکاملی زیادی کردند و دو گروه بسیار جالب از آمیوت‌های حشره‌خوار، یعنی نیاکان دایناسورها و نیاکان پستانداران، به لطف تغذیه از حشرات، به نوع جدیدی از سوخت‌وساز، که بسیار سریع‌تر هم بود، دست پیدا کردند. ما این جانداران را «خون‌گرم» می‌نامیم.

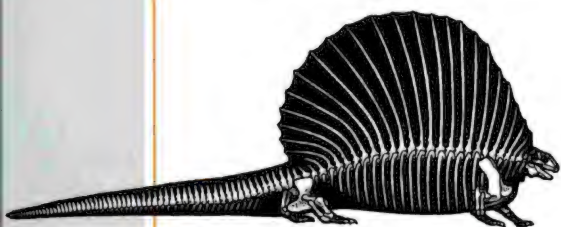
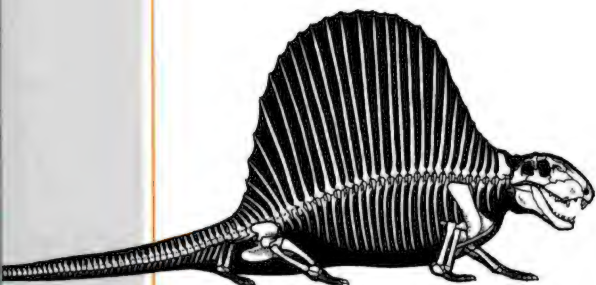
پستانداران

پستانداران از تبار سیناپسیدها و دایناسورها از تبار دیاپسیدها (← فصل ۵) بودند اما هر دو گروه زندگی مشابهی داشتند: دویدن به دنبال حشرات و گاهی هم خوردن مواد گیاهی مغذی. هر دو گروه برای چنین نوع تغذیه‌ای می‌بایست به سرعت‌های بالایی دست می‌یافتند و می‌توانستند بسیار سریع بدوند. آن‌ها به خاطر شباهت نیازهایشان و همین‌طور دسترسی به غذایی پر از انرژی و پروتئین، به‌زودی ویژگی‌هایی پیدا کردند که به‌طور عجیبی در هر دو گروه مشابه بود: پاهای آن‌ها اندک‌اندک زیر بدن قرار گرفت تا بتوانند سریع‌تر بدوند، بدنشان با پوششی از رشته‌های ریز پوشیده‌شد که باعث گرم‌شدنشان می‌شد، مغزهای بزرگ‌تری پیدا کردند و رفتارهایی پیچیده‌تر، از جمله نگهداری از زاده‌هایشان، از خود نشان دادند. قرار گرفتن پاها در زیر بدن باعث حذف حرکات جانبی ستون مهره‌ها و کم‌شدن فشار به قفسه سینه شد؛ در نتیجه، بازده تنفسی شش‌ها و توانایی قلب افزایش یافت، دیواره میان دو بطن قلب، که از ترکیب خون تیره و روشن جلوگیری می‌کرد، کامل شد و سرانجام این دو گروه «خون‌گرم» شدند (← فصل ۸ و ۳۵).

ما با پستانداران کار زیادی نداریم. آن‌ها و خویشاوندانشان در حدود ۴۰-۳۰ میلیون سال اول با دایناسورها در رقابت تنگاتنگ بودند. البته نه فقط با دایناسورها بلکه با خویشاوندان نزدیک آن‌ها هم رقابت داشتند. در حقیقت، گروه حشره‌خوار خون‌گرمی که شامل دایناسورها می‌شد، دو سه گروه خون‌گرم و نیمه‌خون‌گرم دیگر را هم دربر می‌گرفت. کروکودیل‌ها بازمانده همین تبار نیمه‌خون‌گرم‌اند. به‌رحال پس از ۳۰ میلیون سال، انقراضی دیگر - البته نه به بزرگی قبلی - رخ داد که باعث از بین رفتن بسیاری از رقبای دایناسورها شد. اگر این انقراض رخ نمی‌داد، ممکن بود دایناسورها هرگز این قدر متنوع و رنگارنگ نشوند.

پستانداران و خویشاوندانشان در آغاز عصر دایناسورها

این موجودات مهم‌ترین رقبای دایناسورها در دوره تریاس بودند اما به جز گروه معدودی از آن‌ها - که امروزه پستانداران نامیده می‌شوند - بقیه در حدود ۲۲۰ میلیون سال پیش منقرض شدند و جای خود را به دایناسورهای گیاه‌خوار و گوشت‌خوار دادند. حیوان بزرگ‌تر با منقار و عاج‌های بزرگ، یک سیناپسید گیاه‌خوار به نام کانی‌متری^۱ است. دو جانور تیز دندان و عصبانی هم گونه‌ای سیناپسید گوشت‌خوار به نام ساینونه‌توس^۲ هستند که قصد دارند کانی‌متری را شکار کنند. حیوان موش‌مانند کوچک هم یک پستاندار پنج‌سانتی‌متری به نام ائوزوسترودون^۳ است. البته همه این موجودات، مثل پستانداران امروزی، به بچه‌های خود شیر می‌دادند اما بچه‌هایشان را در شکمشان پرورش نمی‌دادند بلکه تخم‌گذار بودند.



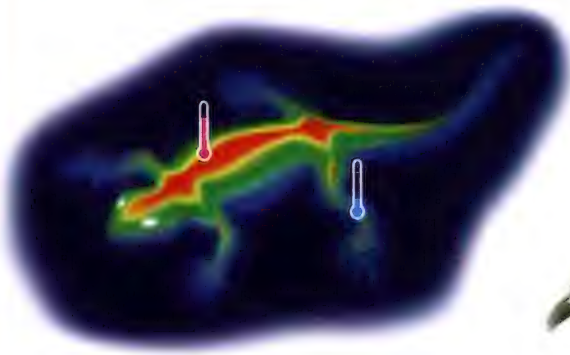
📌 ابتدایی ترین سیناپسیدها

نخستین سیناپسیدها، مثل دای-مترودون^۱ که یک شکارچی بود (بالا) و اداوسورس^۲ که گیاهخوار بود (پایین)، در دوره پرمین زندگی می کردند. آن‌ها که ۳ تا ۴ متر طول داشتند به رگم ظاهر خزنده‌مانندشان، خویشانند پستانداران هستند، نه خزندگان.

✉ دمای بدن در جانوران خون سرد

در جانوران خون گرم، نه تنها دمای بدن ثابت است بلکه نقاط مختلف بدن نیز اختلاف دمایی کمی دارند اما بدن جانوران خون سرد (به‌ویژه جانوران خون سرد بزرگ) در نقاط مرکزی بسیار گرم‌تر از نقاط انتهایی، مثل نوک دم و انگشتان، است.

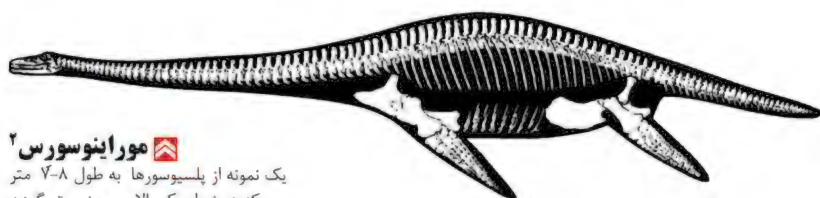
هر چه دمای یک نقطه بیشتر باشد، سوخت‌وساز یاخته‌ها و در نتیجه تعداد اتم‌های اکسیژن جابه‌جاشده در یاخته‌ها بیشتر می‌شود. بدین ترتیب، با بررسی نسبت ایزوتوپ‌های پرتوزا و غیرپرتوزای اکسیژن در سنگواره‌ها، می‌توان به دمای آن نقطه از بدن جانور در آخرین لحظات زنده بودن آن پی برد.



آیا دایناسورها و پستانداران تنها آمنیوت‌های خون گرم بوده‌اند؟

در حقیقت نه! تحقیقات جدید نشان می‌دهد که پلسیوسورها-که از گروه سوروپ‌تریجین‌ها بودند- اکتیوسورها (← فـصـبـ ۵) نیز خون گرم بوده‌اند. بررسی میزان ایزوتوپ‌های پرتوزای اکسیژن در قسمت‌های مختلف سنگواره آن‌ها نشان می‌دهد که دمای سطحی‌ترین و عمقی‌ترین نقاط بدن این خزندگان یکسان بوده است (← فـصـبـ ۳۵). اکتیوسورها ظاهری کاملاً ماهی‌مانند پیدا کرده بودند اما پلسیوسورها، با گردن‌های دراز و بدن‌های پهن، نیمه‌آبی بودند و گاهی به کنار

ساحل می‌آمدند. به‌جز پلسیوسورها و اکتیوسورها، برخی خویشاوندان مارها و بزجه‌های امروزی نیز در دوره کرتاسه آبی شده بودند اما بررسی سنگواره آن‌ها نشان می‌دهد که مثل سوسمارهای امروزی خون سرد بوده‌اند. هر دوی این گروه‌ها هم‌زمان با دایناسورها و پستانداران، از تبار دایاپسیدها تکامل یافتند اما امروزه هیچ نماینده زنده‌ای از آن‌ها باقی‌نمانده است. آخرین اکتیوسورها ۹۴ میلیون سال پیش (یعنی ۳۰ میلیون سال قبل از انقراض دایناسورها) منقرض شدند.

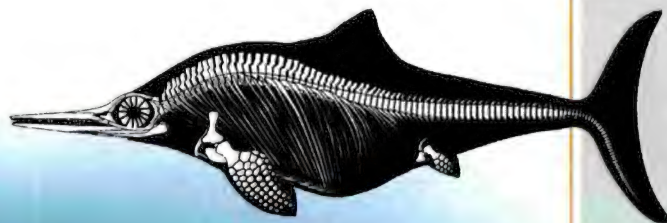


موراینوسورس^۲

یک نمونه از پلسیوسورها به طول ۷-۸ متر که در ژوراسیک بالایی می‌زیست، گردن موراینوسورس ۴۳ مهره داشت؛ برخی از خویشاوندان این خزنده در کرتاسه بالایی تا ۷۶ مهره گردنی هم داشتند.

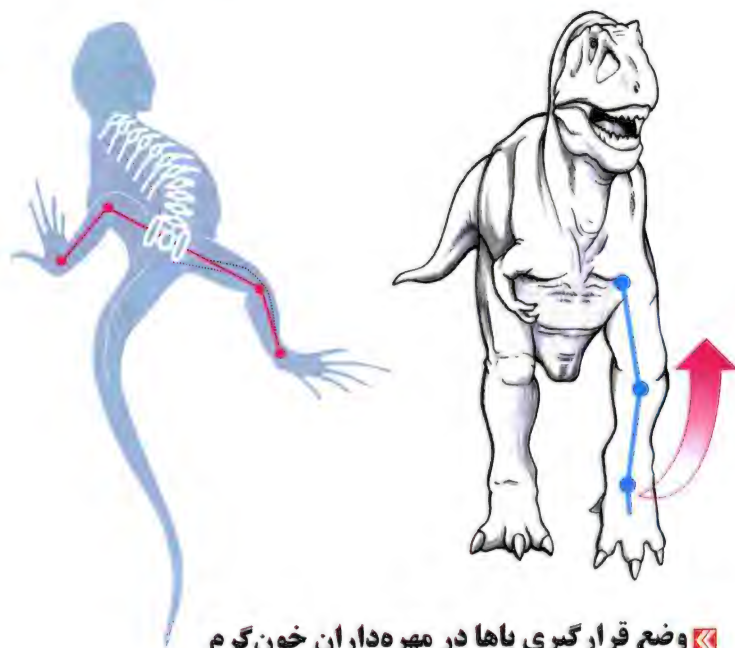
آفتالموسورس^۱

یک نمونه از اکتیوسورها به طول ۳-۴ متر که در ژوراسیک میانی و بالایی می‌زیست. قطر چشم‌های این اکتیوسور حدود ۲۳ سانتی‌متر بود.



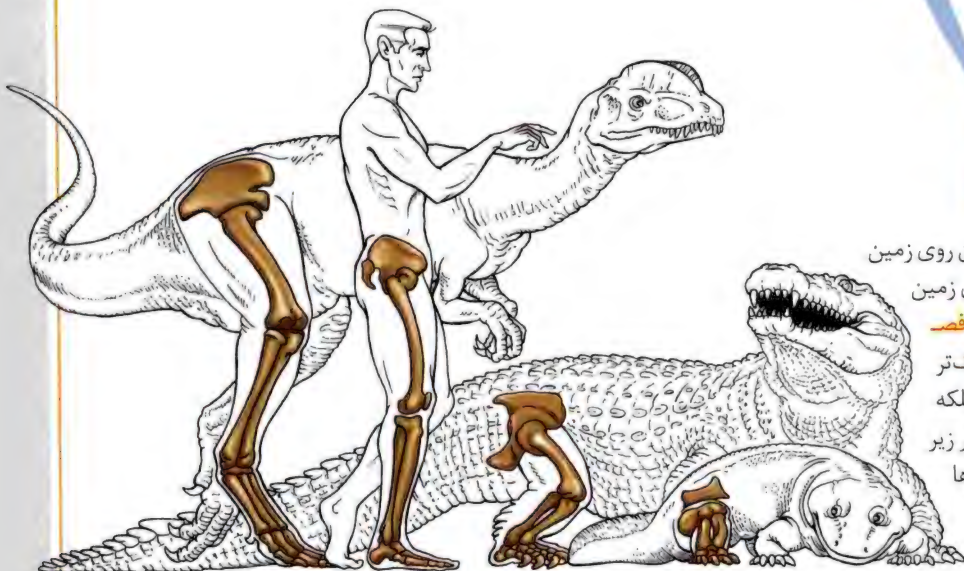
چرا وضع قرار گرفتن پا در سوخت و ساز موثر است؟

در شکل سمت راست می‌بینید که قفسه سینه مارمولک چگونه بر اثر حرکت جانبی پاها و ستون مهره‌ها فشرده شده است. این فشردگی مانع بازده مناسب تنفسی و قلبی در دوزیستان و خزندگانی می‌شود که پاهایشان در دو طرف بدن قرار دارند. حتی مارمولک‌هایی که می‌توانند روی دویای عقبی خود بدون نیاز چنین پاهایی دارند و ستون مهره‌های آن‌ها در هنگام راه رفتن به چپ و راست خم می‌شود اما در دایناسورها (تصویر سمت چپ) و پستانداران، به دلیل قرار گرفتن پاها در زیر بدن و جهت متفاوت حرکت مفصل‌های پا، نه تنها هیچ فشاری به ستون مهره‌ها وارد نمی‌شود، بلکه سرعت جانور در هنگام دویدن نیز افزایش می‌یابد.



وضع قرارگیری پاها در مهره‌داران خون گرم

دوزیستان و خزندگان ابتدایی، درست مثل ماهی‌هایی که با باله‌هایشان روی زمین می‌خزند، با پاهایی که از دو طرف بدن بیرون آمده‌اند، شکمشان را روی زمین می‌کشند. در دو گروه از آمیوت‌ها، یعنی پستانداران و آرکوسورها (فص)، با بالا رفتن متابولیسم، زاویه قرارگیری پاها به عمود نزدیک‌تر می‌شود. عمود شدن پاها به زیر بدن نه تنها سرعت جانور را بالا می‌برد، بلکه بازده تنفسی و قلبی را هم افزایش می‌دهد. در دایناسورها پاها کاملاً در زیر بدن قرار می‌گیرند؛ بنابراین، بسیاری از دانشمندان عقیده دارند که آن‌ها متابولیسمی چون پستانداران و پرندگان امروزی داشته‌اند.



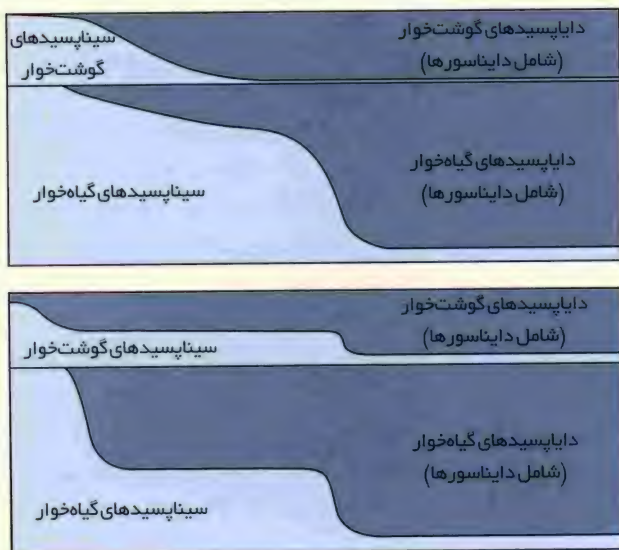
دنای امروز روشن می‌کند؛ به‌ویژه در شرایط بحرانی امروز که با تخریب زیست‌بوم‌ها، انقراض گونه‌ها و جای‌گزینی گونه‌های فرصت‌طلب روبه‌رو هستیم.

الگوی توسعه دایناسورها

دانشمندان دربارهٔ چگونگی پیروزی دایناسورها بر سیناپسیدها (پستانداران و خویشاوندان آن‌ها) در اوایل دوران دایناسورها اختلاف نظر دارند. برخی از آن‌ها معتقدند که دایناسورها به تدریج توانستند بر پستانداران چیره شوند؛ زیرا توانایی‌های آن‌ها در سوخت و ساز بر پستانداران برتری داشت. از دو نمودار زیر، نمودار بالایی نشانگر چنین نظریه‌ای است. طبق این نظریه، دایناسورها گیاه‌خوار و گوشت‌خوار، به دلیل اینکه سوخت و ساز بالاتری داشته‌اند، توانستند از پستانداران پیشی بگیرند و کنام‌های بوم‌شناسی را فتح کنند.

طبق نظریه دوم، آنچه باعث برتری دایناسورها شده، بخت و اقبال آن‌ها بوده است. پس از انقراض فاجعه‌بار مرز پرمین و تریاس، دایناسورها و سیناپسیدها توانستند بیشتر کنام‌های بوم‌شناسی را اشغال کنند. دلیل این موفقیت، نابود شدن صاحبان قبلی این کنام‌ها در جریان انقراض، و پیدایش کنام‌های نو در شرایط جدید بود. پس، این موجودات رقیبی جز همدیگر نداشتند. اما شرایط محیط تا ۳۰ میلیون سال نخست، به نفع پستانداران بود. تنها، انقراض اسرارآمیز بعدی بود که باعث شد دایناسورها این بخت را پیدا کنند و کنام‌های اشغال شده توسط پستانداران را از دستشان برابند. نمودار پایینی بیانگر این نظریه است.

تنها کشف سنگواره‌های بیشتر می‌تواند پاسخ‌گوی این گونه پرسش‌های دیرینه‌شناسان باشد. پاسخ دادن به چنین پرسش‌هایی تکلیف ما را با بسیاری از مسائل بوم‌شناسی





قلب‌های خون گرم خویشاوندان کروکودیل‌ها

آرکوسورها تباری از خزندگان دایا پسید هستند که شامل تمساح‌ها، تروسورها (فصل ۹) و دایناسورها و پرندگان می‌شوند. قرار گرفتن پاها در زیر بدن، کامل شدن دیواره بطن و پیدایش قلب کاملاً چهار حفره‌ای و نگهداری از زاده‌ها برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های آرکوسورها محسوب می‌شود که آن‌ها را از خزندگان دیگر متمایز می‌کند. آرکوسورها از همان ابتدا به دو گروه بزرگ تقسیم می‌شدند: کروکودیل‌ها و خویشاوندان آن‌ها در یک سو و دایناسورها (شامل پرندگان) و تروسورها در سوی دیگر. تروسورها و دایناسورها به خاطر داشتن ویژگی‌هایی مانند پوشیده شدن بدن با خز و پر و داشتن گردن‌های نسبتاً دراز و تاب‌دار بیشتر به هم شبیه بودند اما تبار کروکودیل‌ها و خویشاوندانشان این ویژگی‌ها را نداشتند. تنها گروه بازمانده از آن‌ها کروکودیل‌ها هستند: حیواناتی خون سرد و خموده اما دانشمندان زیادی فکرمی‌کنند که نیاکان کروکودیل‌ها پیش‌تر از این، سوخت‌وساز بیشتری داشته‌اند. این آرکوسورهای باستانی و کروکودیل‌مانند تنوع بسیار چشمگیری هم داشته‌اند: کروکودیل‌هایی با انواع و اقسام شکل‌ها و ریخت‌ها. حتی کروکودیل‌های منقار دار و دوبا و دایناسورمانندی هم وجود داشته‌اند که شاید اگر بخت با پسرعموهای دایناسورشان یار نبود، منقرض نمی‌شدند بلکه تکامل می‌یافتند و حتی موفق به پرواز می‌شدند و امروز روی شاخه درختان جیک‌جیک می‌کردند!

تنوع و تکامل در تبار کروکودیل‌ها

آرکوسورها به دو تبار بزرگ تکامل یافتند: یکی تبار تروسورها، دایناسورها و پرندگان (یعنی موضوع اصلی این کتاب) و دیگری که فعلاً با آن سروکار داریم، و آن را با نام کلی «کرووتارس‌ها»^۱ می‌شناسیم، بر اساس ویژگی‌هایی در مفصل مچ پا رده‌بندی می‌شوند. برخلاف دیگر خزندگان، در کروکودیل‌ها و خویشاوندان آن‌ها مفصل مچ پا میان استخوان‌های مچ و استخوان‌های کف پا نیست بلکه قسمت متحرک مفصل مچ پا، میان دو استخوان قوزک و پاشنه قرار دارد که هر دو از استخوان‌های مچ هستند.

به جز چنین شباهت‌هایی در جزئیات استخوان‌بندی، کرووتارس‌ها دست‌کم تا پیش از پایان تریاس گروهی بسیار متنوع و رنگارنگ شدند. به دلیل همین تنوع و گونه‌گونی، در نگاه نخست نمی‌توان تشخیص داد که همه این انواع، در حقیقت پسرعموهای یکدیگرند. ابتدایی‌ترین انواع آن‌ها، حشره‌خوارانی کوچک و نیم‌متری بودند که در جنوب آفریقا به دنبال حشرات می‌گشتند اما پس از چند میلیون سال، طیفی از حیوانات کوچک و بزرگ شکارچی از این تبار زاده شدند که برخی از آن‌ها پیش از تکامل دایناسورهای شکارچی بزرگ، دنیا را به چشم دایناسورها و پستانداران نخستین تیره‌وتار کرده بودند. در حقیقت، اگر انقراض پایان دوره تریاس نبود (فصل ۸)، امکان داشت همین کروکودیل‌های جورواجور به همراه پستانداران کوچک و بزرگ نخستین کنام‌های بوم‌شناختی را تا همین امروزه زیر پای خویش نگه دارند و هرگز به دایناسورها و پرندگان اجازه تکامل ندهند.

به هر حال، انقراض اواخر دوره تریاس، حساب بسیاری از آن‌ها را رسید و عرصه را برای دایناسورها خالی کرد. پس از این انقراض، تنها یک گروه از کرووتارس‌ها باقی ماند. کروکودیل‌های امروزی از تبار همین گروه‌اند. اما داستان تنوع کروکودیل‌ها به همین جا ختم نمی‌شود.

کروکودیل‌ها در دوره ژوراسیک و کرتاسه باز هم انواع جدیدی از حیوانات عجیب و غریب را ایجاد کردند. انواعی خشکی‌زی و دوند (البته چهارپا)، آبی‌زی و حتی دریازی از آن‌ها تکامل یافتند. در دوره کرتاسه کروکودیل‌هایی ۱۲ متری که با دایناسورهای شکارچی در صید طعمه‌های بزرگ رقابت داشتند، به تکامل رسیدند. کروکودیل‌های امروزی هم گرچه به زندگی سرد و آرام زیر آب خورده‌اند اما تکامل، آن‌ها را نیز به حال خود رها نکرده است. از کرتاسه بالایی تا امروز بسیاری از آن‌ها بدون تغییرات زیاد باقی مانده‌اند اما این ثبات به دلیل جایگاه مناسب کنام آن‌ها در زیست‌بوم است. کروکودیل‌ها توانسته‌اند جایگاهی به دست آورند که تنها و تنها مناسب خود آن‌هاست. به هر حال، کروکودیل‌های امروزی از همان دوره کرتاسه نسبت به خویشاوندان دیگر خود برتری‌هایی پیدا کرده‌اند که تا امروز زنده مانده‌اند. یکی از مهم‌ترین این برتری‌ها تکامل کام ثانویه، در آن‌هاست. این کام ثانویه درست مانند کام پستانداران، فضای حفره بینی را از حفره دهان جدایی‌کند و به آن‌ها اجازه می‌دهد که بدون مشکل در تنفس، مشغول بلعیدن طعمه‌های خیلی بزرگ شوند!



مفصل مچ پا در دو تبار آرکوسورها

در تباری که شامل تروسورها، دایناسورها و پرندگان می‌شود، مفصل مچ پا میان استخوان‌های کف پا از یک سو، و استخوان‌های مچ پا (قوزک و پاشنه) از سوی دیگر دیده می‌شود (بالا). در تبار کروکودیل‌ها و خویشاوندانشان قسمت متحرک مفصل مچ میان دو استخوان قوزک و پاشنه قرار دارد (پایین).

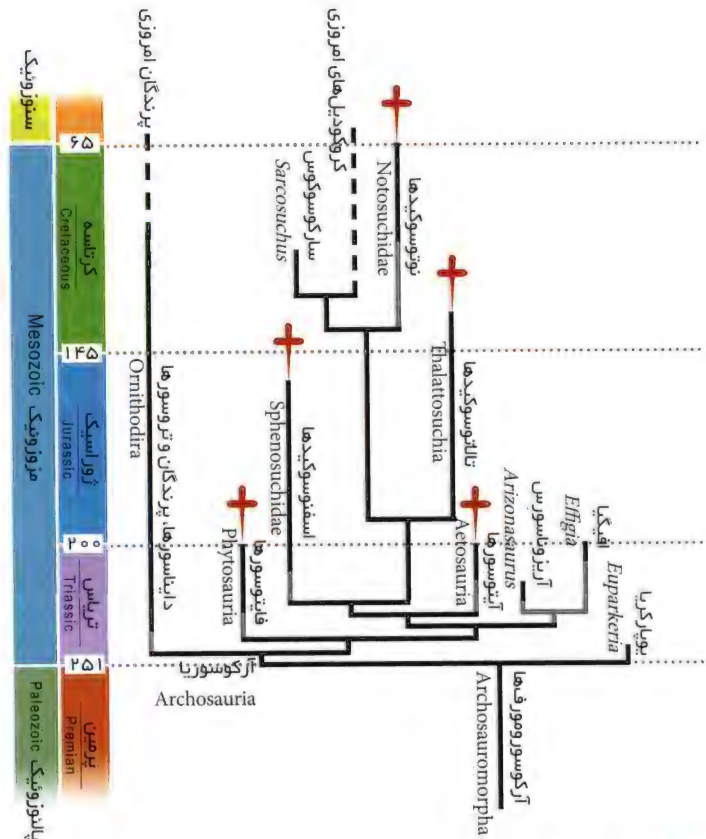
تکامل قلب در آمنیوت‌ها

زمانی که مهره‌داران هنوز در آب زندگی می‌کردند، قلب آن‌ها تنها قسمتی ضخیم و تپنده از یک رگ بزرگ با دو اتاقک ضربان‌دار و پی‌درپی بود؛ از یک سو خون به نخستین اتاقک (دهلیز) وارد می‌شد و از سوی دیگر (از بطن) خارج می‌شد. ما در اصطلاح به این نوع قلب، که در ماهی‌ها دیده می‌شود، قلب دوحفره‌ای می‌گوییم.

در دوزیستان، گردش خونی ششی نیز برای نخستین بار ضمیمه دستگاه گردش خون شد. درحقیقت، یکی از سیاهرگ‌هایی که از شش‌ها به قلب برمی‌گشت، وظیفه انتقال خون اکسیژن‌دار را به‌عهده‌گرفت و بدون مخلوط‌شدن با سیاهرگ عمومی بدن، که حاوی خون تیره بود، خون روشن خود را به‌طور مستقیم به قلب رساند. این سیاهرگ ششی (که برخلاف نامش حاوی خون روشن بود) از دریچه جدیدی، که به دهلیز دوم قلب تبدیل شد، وارد قلب می‌شد؛ بنابراین، قلب دوزیستان «سه‌حفره‌ای» شد. در این قلب سه‌حفره‌ای، خون تیره و روشن از هر دو دهلیز به بطن مشترکی می‌ریزند و با هم مخلوط می‌شوند.

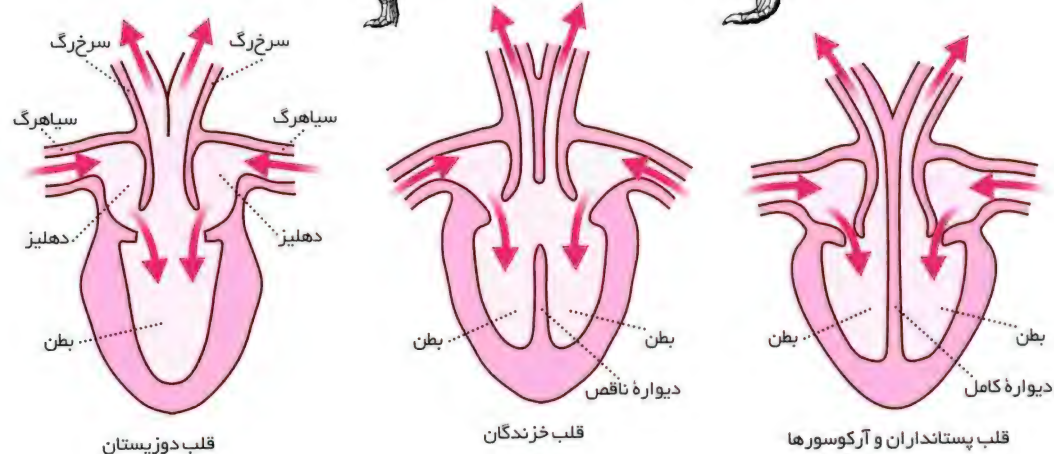
در آمنیوت‌های ابتدایی، دیواره‌ای میان بطن قلب شروع به رشد کرد. این مسئله تا حد زیادی مانع ترکیب خون تیره‌وروشن می‌شد اما به‌دلیل ناقص بودن این دیواره، فشار خون گردش عمومی و گردش ششی همچنان یکسان بود. به این نوع قلب که امروزه در لاک‌پشت‌ها، مارها و مارمولک‌ها وجود دارد، «چهارحفره‌ای ناقص» می‌گوییم.

در پستانداران و آرکوسورها با بالا رفتن سوخت‌وساز، فشار خون عمومی بدن نیز بیشتر شد اما فشار خون گردش ششی نمی‌بایست از حد مشخصی بالاتر رود. راه‌حل ساده بود: کامل‌شدن دیواره میان بطن‌ها و جداسدن کامل دو بطن از یکدیگر هم مانع مخلوط‌شدن خون تیره و روشن می‌شد و هم اختلاف فشار میان گردش عمومی و ششی را ممکن می‌کرد. در پستانداران، کروکودیل‌ها و پرندگان امروزی قلب «چهارحفره‌ای کامل» دیده می‌شود. بنابراین، طبیعی است که در دایناسورها نیز، که بیش از کروکودیل‌ها به پرندگان امروزی شبیه بوده‌اند، قلب چهارحفره‌ای بوده باشد.



یوپارکریا

این خزنده کوچولوی ۶۰ سانتی‌متری، که ۲۴۸ میلیون سال پیش در آفریقا زندگی می‌کرد، بیشتر علاقه داشت که در روی زمین به‌دنبال حیوانات کوچک و حشرات بدود. یوپارکریا از نخستین خویشاوندان نزدیک آرکوسورهایی مثل کروکودیل‌ها و دایناسورها بود.





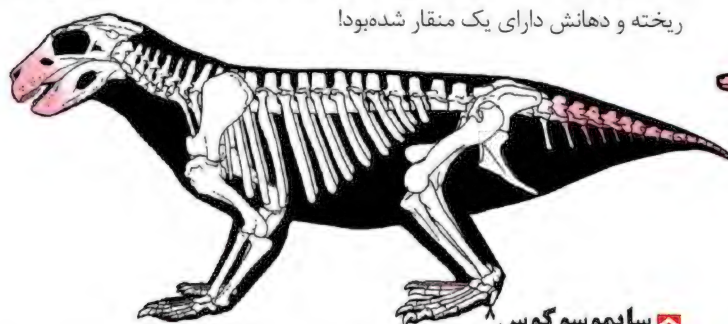
« کروکودیل در لباس دایناسور

می‌خواهد باورتان بشود، یا نشود! این حیوان گردن‌دراز ۳ متری به نام اِفیگیا^۱، یک‌جور کروکودیل بوده‌است که ۲۰۰ میلیون سال پیش در نیومکزیکو در آمریکای شمالی زندگی می‌کرد و جزئیات استخوان‌شناسی‌اش (مثل ساختار مج پایش) درست شبیه دیگر کروکودیل‌ها بوده‌است؛ اما به‌دلیل شباهت نوع زندگی با برخی دایناسورها، شکل ظاهری بدنش شبیه آن‌ها تکامل یافته‌است و حتی دندان‌های ریخته و دهانش دارای یک منقار شده‌بود!



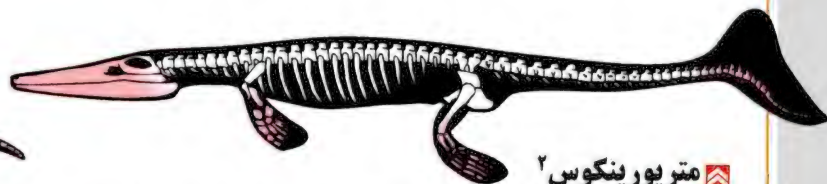
« روتیودون^۱

یک فایتوسور ۳ تا ۸ متری که در تریاس بالایی در اروپا و آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. فایتوسورها خیلی شبیه کروکودیل‌های امروزی بودند، اما این شباهت به‌خاطر شباهت شیوه زندگی آن‌ها بود. آن‌ها زیر آب مخفی می‌شدند و حیواناتی که برای نوشیدن به کنار آب می‌آمدند، صید می‌کردند.



« سایموسوکوس^۸

نوتوسوکیدها^۹ گروهی جالب از کروکودیل‌های کرتاسه بالایی بودند. اما همه آن‌ها به کروکودیل‌ها شباهت نداشتند. سایموسوکوس یک نوتوسوکید گیاه‌خوار با دندان‌های پهن و غیرطبیعی بود که در پایان کرتاسه در ماداگاسکار زندگی می‌کرد. سایموسوکوس تنها ۷۵ سانتی‌متر طول داشت.



« متریورینگکوس^۲

متریورینگکوس، جزء تالاتوسوکیدها^۳ بود. تالاتوسوکیدها گروهی از کروکودیل‌های دریازی بودند که از ژوراسیک پایینی تا کرتاسه پایینی در سراسر جهان زندگی می‌کردند. متریورینگکوس از ژوراسیک میانی تا ژوراسیک بالایی زندگی می‌کرد.



« دسماتوسوکوس^{۱۰}

دسماتوسوکوس، یک آیتوسور^{۱۱} گیاه‌خوار بود. آیتوسورها ۲۲۰ تا ۲۰۰ میلیون سال پیش زندگی می‌کردند.



« آریزوناسورس^۴

این حیوان ۶ متری یکی از خویشاوندان کروکودیل‌های امروزی بوده که ۲۳۵ میلیون سال پیش، یعنی در تریاس میانی، در آریزونای آمریکا، نیاکان پستانداران و دایناسورها را تعقیب می‌کرده‌است! اگر فکر می‌کنید که این حیوان را پیش‌تر هم دیده‌اید یا برایتان آشناست، باید بگویم که سخت در اشتباهید (فصل ۷، ۱۶، ۲۶ و ۳۴)!

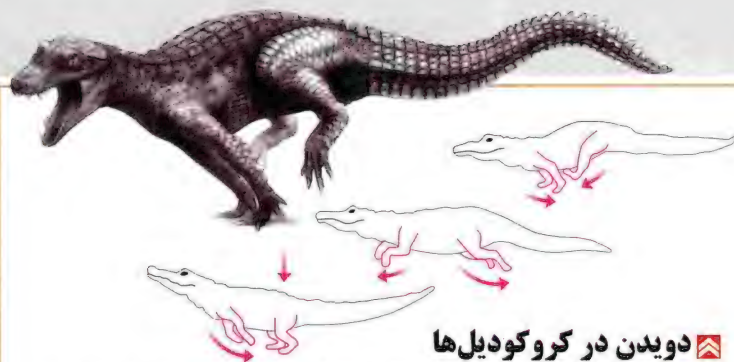
« جنگ دو عموزاده

سارکوسوکوس^{۱۲} یکی از بزرگ‌ترین کروکودیل‌های همه دوران‌ها بود. این کروکودیل ۱۲ متری در آب‌های شمال آفریقا زندگی می‌کرد. جایی که دایناسورهای ماهی‌خوار بزرگی مثل سوکومایموس^{۱۳} (فصل ۲۴) نیز زندگی می‌کردند.



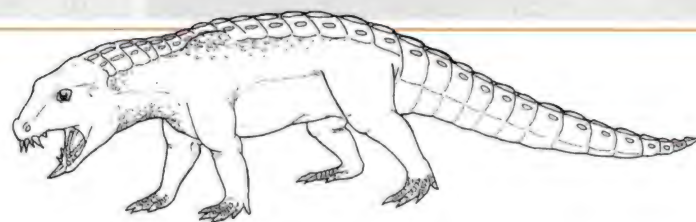
« ترستریسوکوس^۵

اسفنوسوکیدها^۶، گروهی از کروکودیل‌های کوچک با پاهای کشیده و بلند بودند. آن‌ها از حشرات و حیوانات کوچک تغذیه می‌کردند. ترستریسوکوس هم یکی از آن‌ها بود. ترستریسوکوس در تریاس بالایی ساکن غرب اروپا بود، اما برخی اسفنوسوکیدها تا ژوراسیک بالایی هم در آمریکای شمالی زندگی می‌کردند.



دویدن در کروکودیل‌ها

از آنجا که پای کروکودیل‌ها زیر بدن آن‌ها قرار می‌گیرد، برخلاف مارمولک‌ها می‌توانند «یورتمه» بروند و حتی «بدوند». البته مارمولک‌ها هم می‌دوند اما زیست‌شناسان به تند راه رفتن مارمولک‌ها «دویدن» نمی‌گویند. «راه رفتن»، «یورتمه» و «دویدن» سه مرحله از سرعت گرفتن در پستانداران است و متناسب با اندازه و وزن پستاندار، در سرعت‌های مختلفی بروز می‌یابند. کروکودیل‌ها و آروسورهای دیگر (مثل پرندگان) به دلیل قرار گرفتن پاهایشان در زیر بدن می‌توانند به همین شکل «یورتمه» بروند و نیز «بدوند».



باکاری رانی^{۱۴} و دندان بندی عجیب نوتوسوکیدها

این نوتوسوکید ۸۰ سانتی متری در کرتاسه بالایی در آمریکای جنوبی کله‌های کوچک و بزرگی تشکیل می‌داد. آن‌ها در حفره‌هایی در زیر زمین لانه درست می‌کردند و تخم می‌گذاشتند. دندان‌های باکاری رانی مثل بقیه نوتوسوکیدها عجیب است: دندان‌های جلوی دهان تیز و به سمت بیرون هستند. در پایین دندان بندی یک نوتوسوکید دیگر به نام پاکاسوکوس^{۱۵} را می‌بینید. پاکاسوکوس ۱۰۵ میلیون سال پیش در شرق آفریقا می‌زیست. دندان‌های پاکاسوکوس به دلیل تکامل همگرا به دندان‌های آسیای بزرگ، آسیای کوچک و نیش در پستانداران شبیه شده بودند (فصل ۳۴).

- دندان «فیش»
- دندان «آسیای کوچک»
- دندان «آسیای بزرگ»





حیواناتی را تصور کنید که با بدن‌های پشمالو و بال‌های پوستی جیرجیرکنان در هوا در حال پروازند. برخی از آن‌ها به اندازه گنجشک‌اند و میوه می‌خورند و برخی لاشه‌خوارهایی به قد زرافه‌اند که وقتی بال می‌گشایند، عرض بال‌هایشان به اندازه یک هواپیمای شخصی است. این موجودات عجیب، نه پرنده‌اند، نه خفاش؛ آن‌ها تروسورها هستند: همان‌هایی که شاید خیلی‌ها به غلط آن‌ها را «پتروسور» صدامی کنند. تروسورها، مثل کروکودیل‌ها و دایناسورها از تبار آرکوسورها بوده‌اند و ویژگی‌هایی داشته‌اند که آن‌ها را به دایناسورها شبیه‌تر نشان می‌دهد و این احتمال را به واقعیت نزدیک می‌کند که آن‌ها سوخت‌وسازی فوق‌العاده بالا داشته‌اند؛ یعنی، خون گرم بوده‌اند. بدن تروسورها از چیزی شبیه مو یا -بهبتر بگوییم- پر پوشیده شده بود. در فصل‌های آینده خواهیم دید که بدن دایناسورها نیز با همین پوشش گرم‌کننده پوشیده شده بوده که در دایناسورهای گوشت‌خوار به تکامل «پر» منتهی شده است. به شش‌های تروسورها، درست مثل پرندگان، کیسه‌هایی هوایی متصل بود که در شکم، گردن و بازوهای این جانوران گسترده شده بودند و باعث خنک‌شدن بهتر بدن‌های داغ و پرنرزی این خزندگان پروازگر می‌شدند و به علاوه، به سبک‌شدن بدن آن‌ها کمک می‌کردند. همین‌جا باید مشخص کنیم که تروسورها، نیاکان پرندگان امروزی نیستند. آن‌ها نه دایناسور بلکه از نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها بوده‌اند. آن‌ها تروسور بوده‌اند!

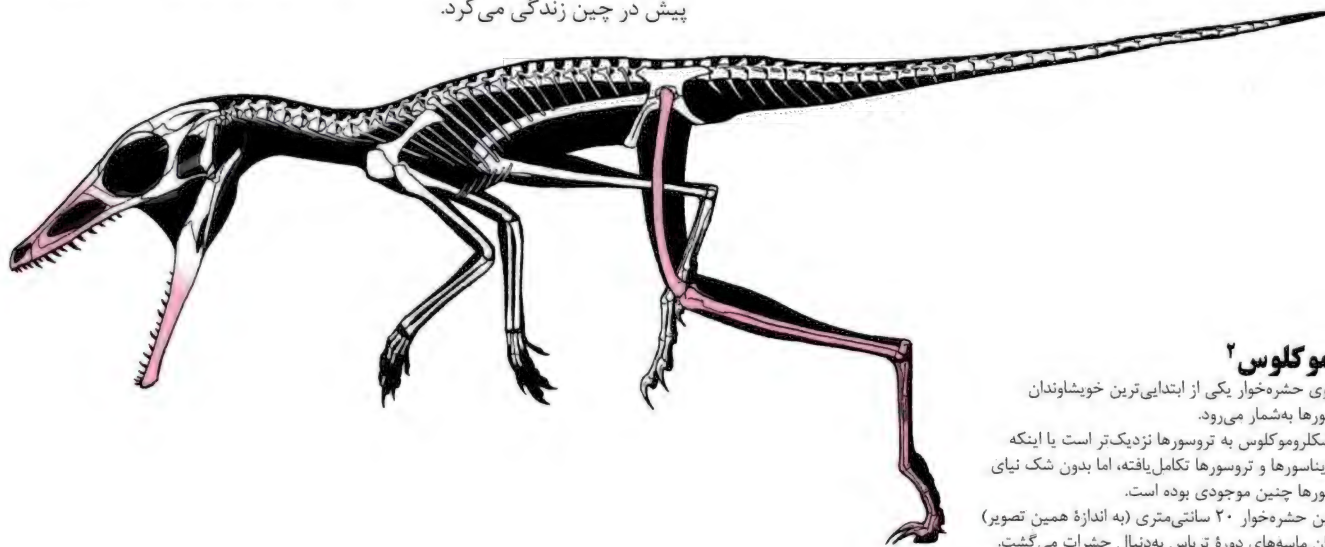
پرواز بدون پر

پرواز یکی از شیوه‌های کمیاب حرکت در میان جانوران است؛ کمیاب از این جهت که پرواز واقعی تنها در چهار گروه تکامل‌یافته است: حشرات، تروسورها، پرندگان و خفاش‌ها؛ در حالی که گروه‌های بسیار بیشتری از انواع عنکبوت‌ها، ماهی‌ها، قورباغه‌ها، مارها، سوسمارها و پستانداران تا یک‌قدمی پرواز آمده‌اند؛ یعنی، می‌توانند روی هوا سربخورند اما پرواز واقعی ندارند. به هر حال، تنها چهار تبار به این توانایی دست‌یافته‌اند اما شاید وجود همین توانایی موجب تنوع هرکدام از این چهار تبار در مقیاسی وسیع شده است. حشرات متنوع‌ترین گروه جانوران روی زمین‌اند. پرندگان متنوع‌ترین گروه مهره‌داران خشکی‌زی هستند و خفاش‌ها نیمی از تعداد گونه‌های پستانداران را به خود اختصاص داده‌اند. تروسورها نیز یکی از متنوع‌ترین گروه‌های خزنده در دوران مزوزوئیک بوده‌اند. روزگاری تروسورها تقریباً همه کنام‌هایی را که امروزه پرندگان و خفاش‌ها اشغال کرده‌اند، زیر بال داشتند: تنوع عظیمی از تروسورهای حشره‌خوار، ماهی‌خوار، شکارچی حیوانات کوچک، میوه‌خوار و لاشه‌خوار، از اندازه گنجشک تا غول‌هایی پرنده با بال‌هایی به عرض ۱۲ متر، با انواع قیفه‌هایی که می‌توانید تصورش را نکنید، طی ۱۵۵ میلیون سال یکی‌یکی آمدند، پرواز کردند و رفتند. غم‌انگیزترین قسمت قصه تروسورها، انقراض آخرین تروسور در ۶۵ میلیون سال پیش به همراه بسیاری از مهره‌داران دیگر است.



دندورورینکوئیدس^۳

آنیورونه‌تیدها^۴ تروسورهای کوچولو و پشمالویی با سرهای گرد و پوزه‌ها و دم‌های کوتاه بودند اما به خاطر دم کوتاهشان نباید فکر کنیم که آن‌ها جزء تروداکتیلوئیدها^۵ بوده‌اند. درحقیقت، این ویژگی دوبار در تروسورها ظاهر شد: یک‌بار در آنیورونه‌تیدها و یک‌بار در تروداکتیلوئیدها. دم دندورورینکوئیدس به کوتاهی دم آنیورونه‌تیدها دیگر نشده بود. جمجمه گرد و پوزه کوتاه دندورورینکوئیدس و دیگر اعضای خانواده آنیورونه‌تیدها برای گرفتن حشرات تکامل‌یافته بود. این تروسور ۱۲۴ میلیون سال پیش در چین زندگی می‌کرد.



اسکلروموکلوس^۲

این حیوان کوچولوی حشره‌خوار یکی از ابتدایی‌ترین خویشاوندان تروسورها و دایناسورها به‌شمار می‌رود. درست‌نمی‌دانیم اسکلروموکلوس به تروسورها نزدیک‌تر است یا اینکه پیش از انشعاب دایناسورها و تروسورها تکامل‌یافته، اما بدون شک نیای تروسورها و دایناسورها چنین موجودی بوده است. اسکلروموکلوس، این حشره‌خوار ۲۰ سانتی‌متری (به اندازه همین تصویر) و بیابان‌زی، در میان ماسه‌های دوره تریاس به دنبال حشرات می‌گشت.

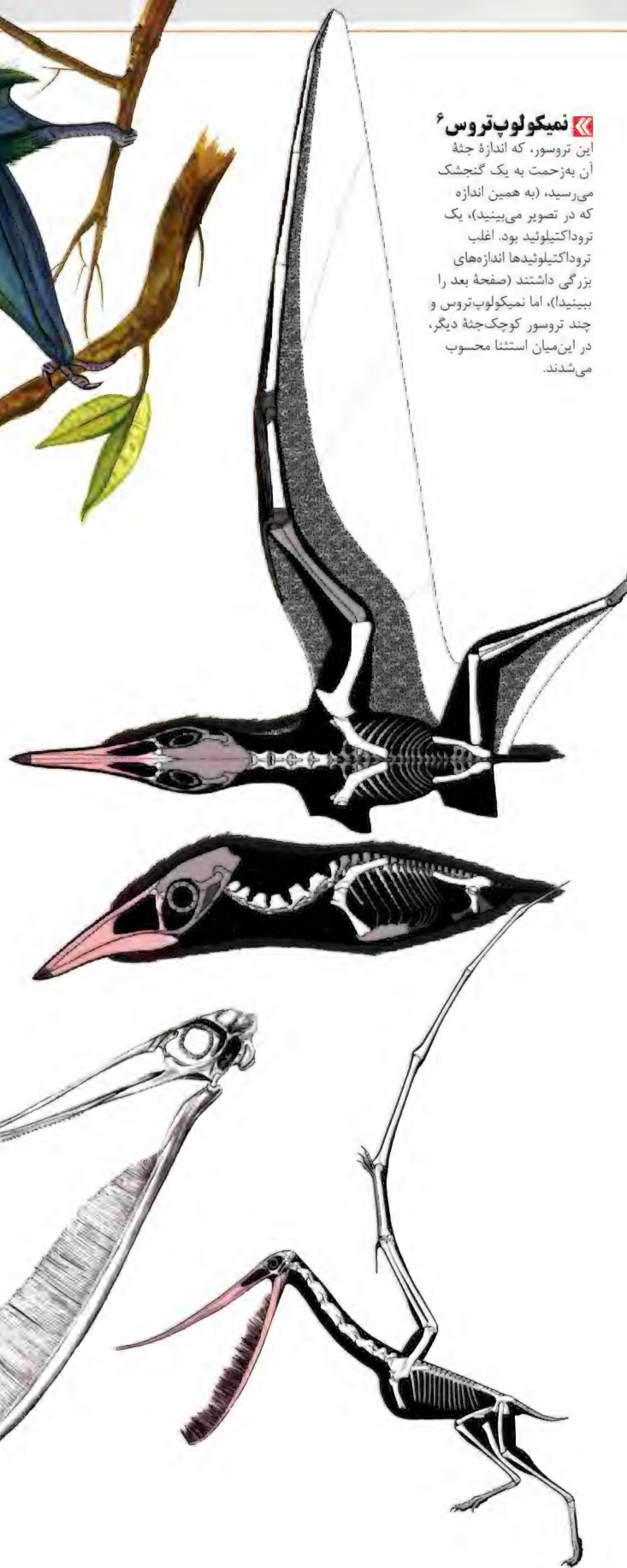
۶ نمیکولوپ تروس

این تروسور، که اندازه جثه آن به زحمت به یک گنجشک می‌رسید، (به همین اندازه که در تصویر می‌بینید)، یک تروداکتیلوئید بود. اغلب تروداکتیلوئیدها اندازه‌های بزرگی داشتند (صفحه بعد را ببینید)، اما نمیکولوپ تروس و چند تروسور کوچک جثه دیگر، در این میان استثنا محسوب می‌شدند.

نمیکولوپ تروس ۱۲۰ میلیون سال پیش در شرق چین زندگی می‌کرد. غذای این تروسور احتمالاً حشرات کوچک، انگل‌های بدن دایناسورها و میوه‌ها و دانه‌های گیاهان گل‌دار بوده است.

گوناگونی حیات

تنوع زیستی یعنی گوناگونی موجودات زنده. اهمیت تنوع زیستی زمانی مشخص می‌شود که بدانیم هر کدام از این موجودات، حلقه‌ای از زیست‌بوم‌اند و حذف شدن آن‌ها می‌تواند باعث نابودی همه زیست‌بوم شود. تروسورها نمونه بسیار خوبی از تنوع زیستی نابودشده‌اند. اگر به درخت تکاملی آن‌ها در صفحه بعد نگاه کنید، خواهید دید که اغلب تروسورها چند میلیون سال پیش از انقراض بزرگ پایان کرتاسه، آرام‌آرام منقرض شدند و تنها دو گروه از آن‌ها تا پایان کرتاسه باقی‌ماندند. این احتمال بسیار جدی است که رقابت با پرندگان (پسرعموهای پردار) باعث حذف تدریجی آن‌ها شده باشد و همین می‌تواند مقدمه به هم خوردن زیست‌بوم و انقراض دایناسورها و بسیاری موجودات دیگر در پایان کرتاسه باشد. به هر حال، آن بحران گذشت اما امروز خود انسان کمر به نابودی تنوع زیستی بسته است و در صورت تداوم این روند، صحنه‌ای مشابه اواخر دوره کرتاسه خلق می‌کند. نکته جالب در مورد نمیکولوپ تروس و تروودوسترو این است که در مدت چند میلیون سال، چنین تنوع زیبایی خلق شده است. تروسورهایی که نه تنها ظاهری متفاوت دارند بلکه نقش بوم‌شناسی هر کدام از آن‌ها نیز کاملاً متفاوت است؛ همان‌طور که گنجشک و فلا밍وهای امروزی نقش‌های متفاوتی در زیست‌بوم دارند.



۷ تروودوسترو

تروودوسترو در میان همه مهره‌داران نمونه‌ای منحصر به فرد است؛ زیرا تنها مهره‌داری است که دندان‌هایی با مینای انعطاف‌پذیر داشته است. سنگواره‌ای تروسور به خوبی دندان‌های رشته‌شده او را، که مثل ساقه‌های علف نرم و تابدار هستند، حفظ کرده است. این دندان‌ها برای تغذیه تروودوسترو از پلانکتون‌های شناور در میان آب‌های کم‌عمق تکامل یافته بودند. تروودوسترو که جزء خانواده تنوکازمانیدها^۷ بود، ۱۰۵ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی زندگی می‌کرد. عرض بال‌های این تروسور ۲/۵ تا ۳ متر بود.



«تروسورهای سنگین وزن چطور شروع به پرواز می کردند؟»

برخی تروسورها، مثل ترانودون^۱، وزن زیاد و جثه بزرگی داشتند. عرض بال ترانودون در حدود ۷ تا ۹ متر بود و به همین سبب ناچار بود نیروی آغازین پرواز را با یک جهش (شاید به کمک خود بال‌ها) تأمین کند. البته تروسورها نیز، مثل دایناسورها و پرندگان، کیسه‌هایی هوایی داشتند که وزن مخصوص بدن آن‌ها را خیلی کم می کرد. ترانودون به‌رغم جثه بزرگش تنها ۳۰ کیلوگرم وزن داشت.

«بزرگ‌ترین تروسور کدام بود؟»

کنزال کواتلوس^۲، بزرگ‌ترین تروسور شناخته‌شده است. برخی دانشمندان معتقدند که کنزال کواتلوس با آن جثه بزرگ هرگز پرواز نمی‌کرده بلکه دائم روی زمین راه می‌رفته و بچه دایناسورها را می‌خورده است. کنزال کواتلوس جزء خانواده‌ای^۳ از کیدها^۴ بود. نام این خانواده از تروسوری به‌نام اژدرکو^۵ گرفته شده است. اژدرکو (اژدرخو) نخستین تروسوری است که نام علمی‌اش یک نام فارسی است. حتما می‌دانید که «اژدرخو» یعنی کسی که خلق و خویش مثل اژدهاست!

اژدرکیدها جزء آخرین تروسورها بودند که همراه دایناسورها منقرض شدند. آن‌ها در همه‌جای جهان زندگی می‌کردند. کنزال کواتلوس در آمریکای شمالی پیدا شده است و اژدرکو در آسیای مرکزی (خراسان قدیم)؛ به همین دلیل دانشمندان نامی فارسی برای او برگزیدند. یک اژدرکید دیگر به‌نام النکا^۶ (العنقا) در مراکش زندگی می‌کرد؛ بنابراین، نام پرندۀ اسطوره‌ای اعراب، عنقا، برای این اژدرکید برگزیده شده است. نام کنزال کواتلوس نیز از یک حیوان افسانه‌ای سرخ‌پوستی گرفته شده است.

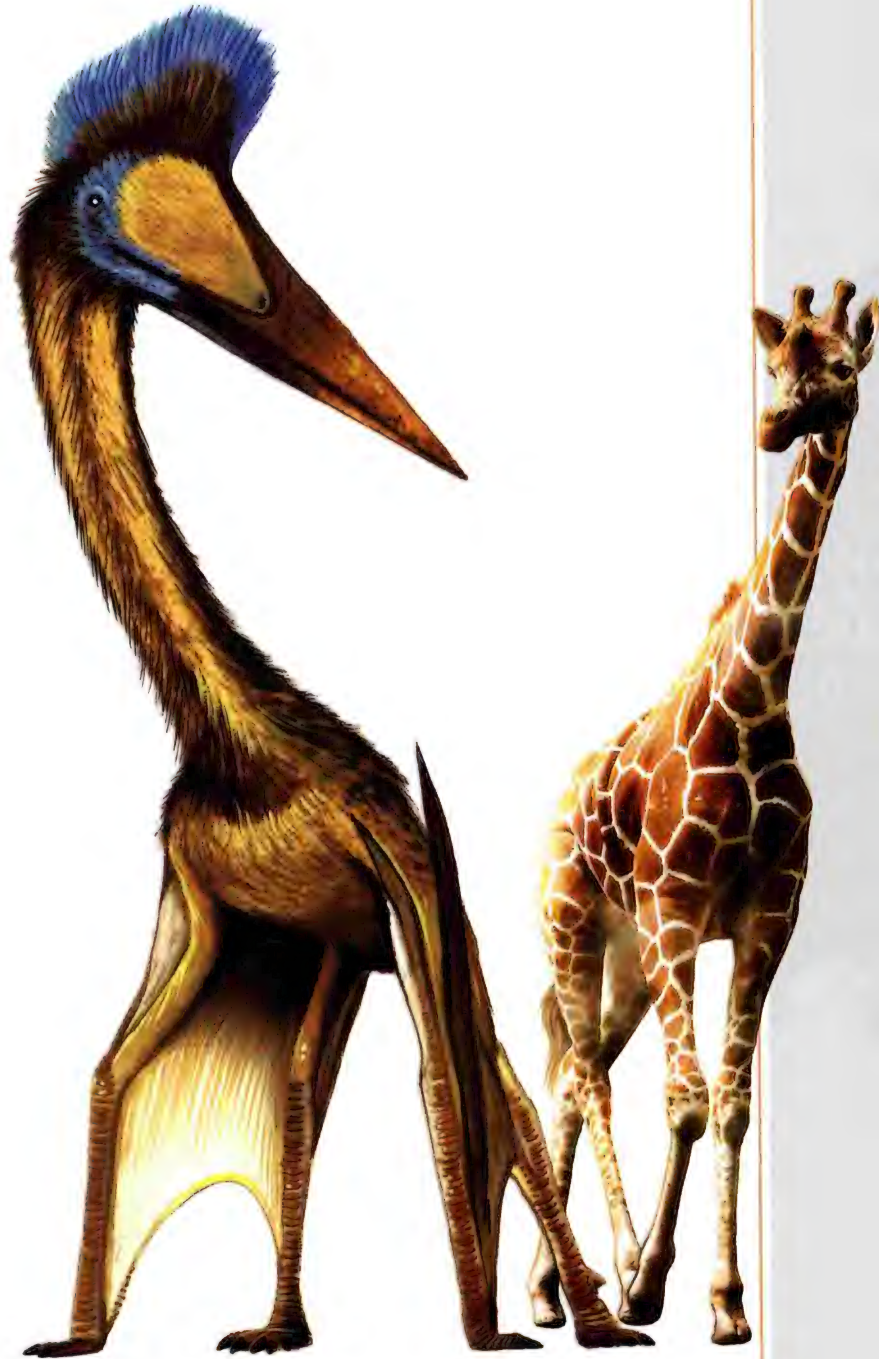
«تکامل تروسورها»

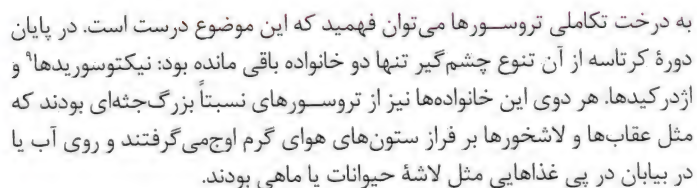
نخستین تروسورها حشره‌خوارانی کوچک مثل دای‌مورفودونتیدها^۷ بودند. آن‌ها دم‌هایی بلند و دهان‌هایی پر از دندان‌های تیز برای گرفتن ماهی و حشرات داشتند. پوزه تروسورهای حشره‌خوار معمولاً گردتر و پوزه تروسورهای ماهی‌خوار کشیده و دراز بود.

برخی از تروسورها، مثل آنیورونه‌تیدها، به تدریج دم‌های کوتاه‌تری پیدا کردند. به‌نظر می‌رسد که در تاریخ تکامل، دم عضو چندان مناسبی برای پرواز نبوده است!

البته تغییرات تکاملی تروسورها به‌همین جا ختم نمی‌شد. تروسورهایی مثل داروینوپتروس^۷، که به تازگی کشف شده‌اند، حلقه‌های گم‌شده تکامل گروهی از تروسورها به نام تروداکتیلوئیدها بودند. حذف دنده‌های گردنی (فصل ۶) و یکی شدن سوراخ بینی با حفره پیش‌چشمی از ویژگی‌هایی بود که در داروینوپتروس ظاهر شد و با تروداکتیلوئیدها مشترک بود. تروداکتیلوئیدها با دم‌های کوتاه و برخی ویژگی‌های دیگر از تروسورهای ابتدایی‌تر متمایز می‌شدند. تنوع تروداکتیلوئیدها بسیار جالب بود. اغلب آن‌ها روی سرشان کاکل‌های حیرت‌انگیز و بزرگی به شکل‌های مختلف داشتند. به‌نظر می‌رسد که این کاکل‌ها در رقابت میان نرها برای جفت‌گیری نقش مهمی ایفا می‌کرده است.

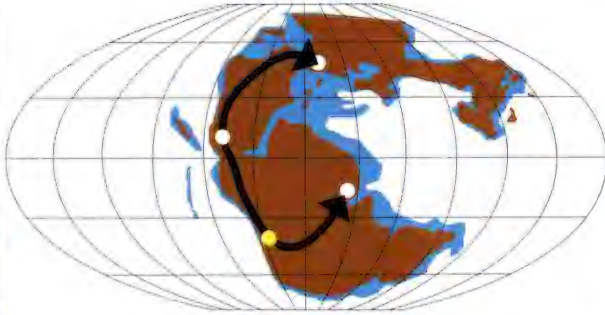
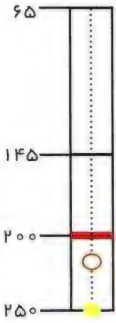
چند گروه از تروداکتیلوئیدها دندان‌های خود را از دست‌دادند اما یکی از جالب‌ترین خانواده‌های آن‌ها، تنوکازماتیدها، با داشتن دندان‌های بلند می‌توانستند موجودات کوچک درون آب را جدا کنند و بخورند.





9 - Nyctosauridae

پیدایش دایناسورها زنده باد آمریکای جنوبی!



پراکنش نخستین
دایناسورومورفا از
آمریکای جنوبی در سراسر
پانگه آ

نخستین دایناسورها^۱ حیواناتی کوچک، اغلب دوبا، حشره‌خوار و گاهی همه‌چیزخوار، با بدن‌هایی پشمالو و در حقیقت پوشیده از پره‌های موم‌مانند بسیار ابتدایی بودند. آن‌ها در بسیاری از نقاط قاره باستانی پانگه آ پراکنده بودند اما یافته‌های جدید نشان می‌دهد که سرزمین‌های آمریکای جنوبی جایی بوده است که احتمالاً تبارهای اصلی دایناسورها در آنجا ظاهر شده‌اند. دایناسورها به دو گروه سوریسکین‌ها^۲ و اورنی‌تیسکین‌ها^۳ تقسیم می‌شوند. سوریسکین‌ها شامل دایناسورهای گوشت‌خوار و دایناسورهای گیاه‌خوار گردن‌دراز بودند؛ اورنی‌تیسکین‌ها نیز شامل انواع دیگری از دایناسورهای گیاه‌خوار، مثل دایناسورهای شاخ‌دار، زره‌پوش و نوک‌اردکی‌ها، می‌شوند. قدیمی‌ترین استخوان‌های هر کدام از این سه گروه (دایناسورهای گوشت‌خوار، گیاه‌خواران گردن‌دراز و اورنی‌تیسکین‌ها) در آمریکای جنوبی یافت شده‌است؛ پس، تعجبی ندارد که آمریکای جنوبی را مهد دایناسورها بنامیم.

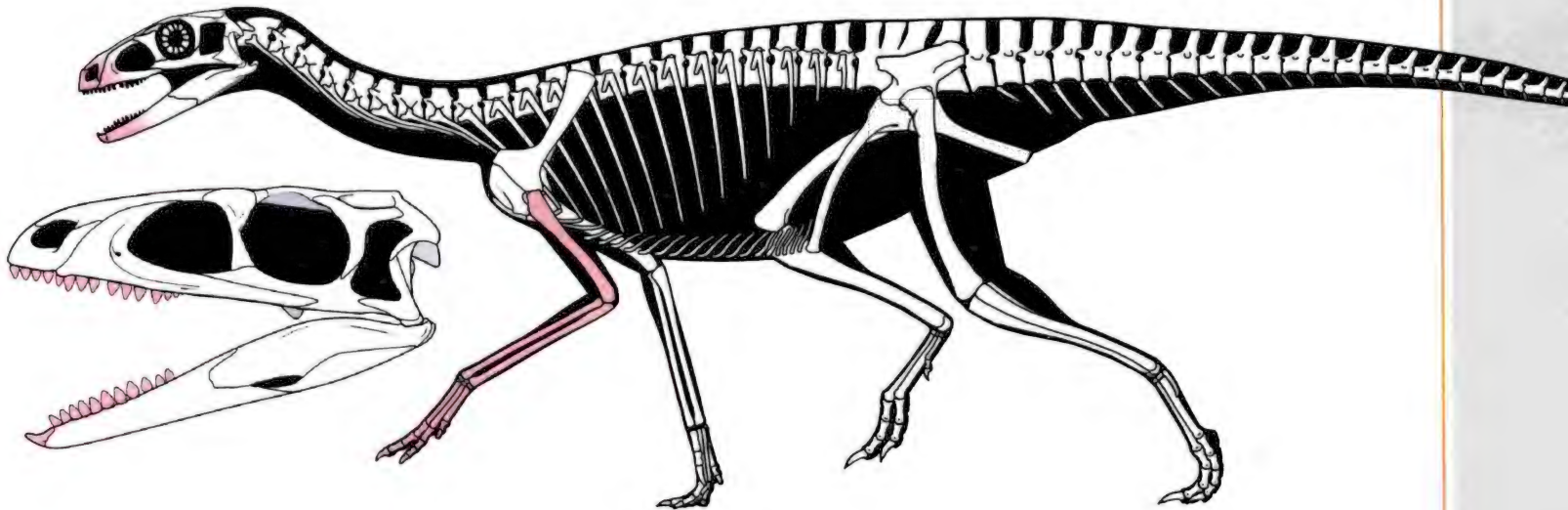
ماراسوکوس^۴

ماراسوکوس یک شکارچی ماهر حشرات دوره تریاس از آمریکای جنوبی بود. این حشره‌خوار کوچولو، که تنها نیم‌متر طول داشت (و تازه بیش از نیمی از طول بدنش فقط دم‌درازش بود!) و کاملاً روی دویای عقبی خود راه می‌رفت، با بدنی پشمالو دائم به‌دنبال حشرات می‌دوید. نیای مستقیم دایناسورها، باید چنین موجودی بوده باشد.



سایلی‌سوریدها^۵

اغلب دایناسورومورف‌های^۶ ابتدایی (و نه همه آن‌ها) حشره‌خوار بودند. سایلی‌سوریدهای^۷ یکی دو متری، نزدیک‌ترین خویشاوندان دایناسورها بودند که اتفاقاً گیاه‌خوار هم شده بودند. البته این احتمال هم که آن‌ها گاهی حیوانات کوچک را می‌خوردند، بعید به‌نظر نمی‌رسد. دایناسورومورفا اگرچه از نیاکانی دوبا تکامل یافته بودند، دست‌های نسبتاً بلندشان نشان می‌دهد که اغلب روی چهارپا حرکت می‌کرده‌اند. سایلی‌سورس^۸ در لهستان و خویشاوند نزدیکش، یعنی آسیلی‌سورس^۹، در تانزانیا کشف شدند. بقایای سایلی‌سوریدهای دیگری هم در آمریکای شمالی و جنوبی کشف شده است.

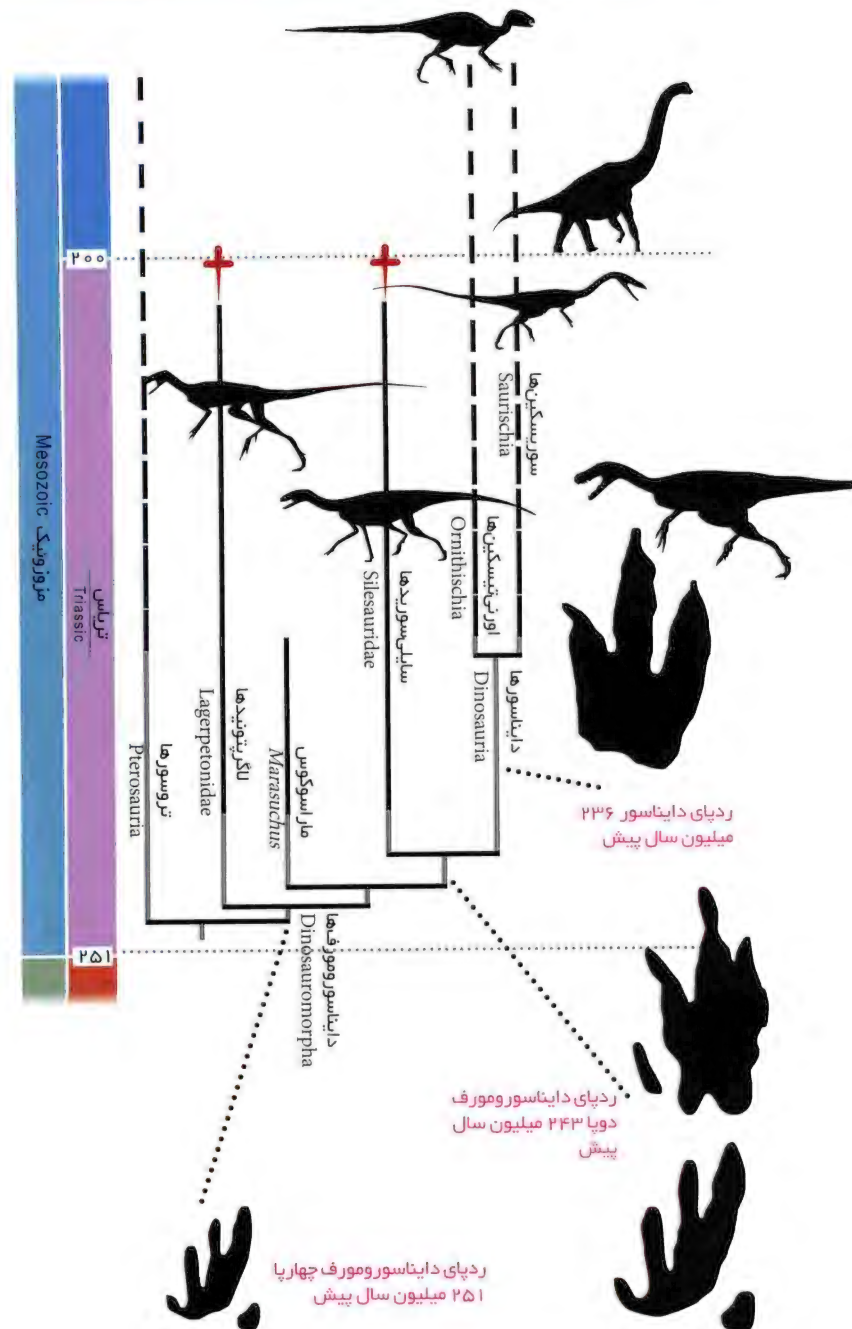


❏ قدیمی‌ترین اثر کشف‌شده از دایناسورومورف‌ها

ردپای دایناسورومورف‌های ابتدایی در بسیاری نقاط جهان مثل آرژانتین و لهستان پیدا شده است. قدیمی‌ترین آن‌ها، ردپایی است که اخیراً در لهستان پیدا شده و سن آن ۲۴۹ تا ۲۵۱ میلیون سال است. این ردپا متعلق به جانوری چهارپا و تقریباً به اندازه‌ی یک گربه خانگی است. شکل ردپا نشان می‌دهد که پاهای صاحب آن در زیر بدنش قرار داشته است نه در کنار بدن. این حیوان در زمان رام‌رفتن کف پای خود را روی زمین نمی‌گذاشته است بلکه تنها سطح انگشتانش زمین را لمس می‌کرده‌اند (یعنی درست مثل دایناسورها و پرندگان امروزی پنجه‌رو بوده است). به علاوه، استخوان‌های کف پایش در کنار هم چفت شده بودند (مثل دایناسورها)؛ نه مثل کروکودیل‌ها و مارمولک‌ها که استخوان‌های کف پایشان از هم فاصله دارند. کوچک‌شدن اندازه انگشتان اول و پنجم نیز ویژگی دیگری است که در هیچ خزنده‌ای به جز دایناسورومورف‌ها (که امروز تنها پرندگان از آن‌ها به‌جامانده‌اند) دیده نمی‌شود. این دایناسورومورف چهارپا بوده اما پاهای پیشین آن (دست‌هایش) از پاهای عقبی‌اش کوتاه‌تر بوده‌اند و در یکی از نمونه‌ها اثری از جای دست‌ها نیست. این بدین معناست که صاحب این ردپاها تمایل به دوپاشدن داشته است. از همه مهم‌تر سن زیاد این ردپاهاست. قدیمی‌ترین استخوان‌هایی که تاکنون از دایناسورومورف‌ها کشف شده است، ۲۴۴ میلیون سال داشته‌اند اما این ردپاها نشان می‌دهد که تبار دایناسورومورف‌ها خیلی پیش‌تر، یعنی ۲۵۰ میلیون سال پیش، از خزندگان دیگر جدا شده بوده‌اند. بنابراین، تبارهای خویشاوند دایناسورها (مثل تروسورها و کروکودیل‌ها) نیز در همان زمان تکامل یافته‌اند. این یافته به معنای آن است که نیاکان آركوسورهای اولیه شاید پیش از دوران مزوزوئیک و انقراض بزرگ ۲۵۰ میلیون سال پیش ظاهر شده باشند.



9 - Lagerpetonidae



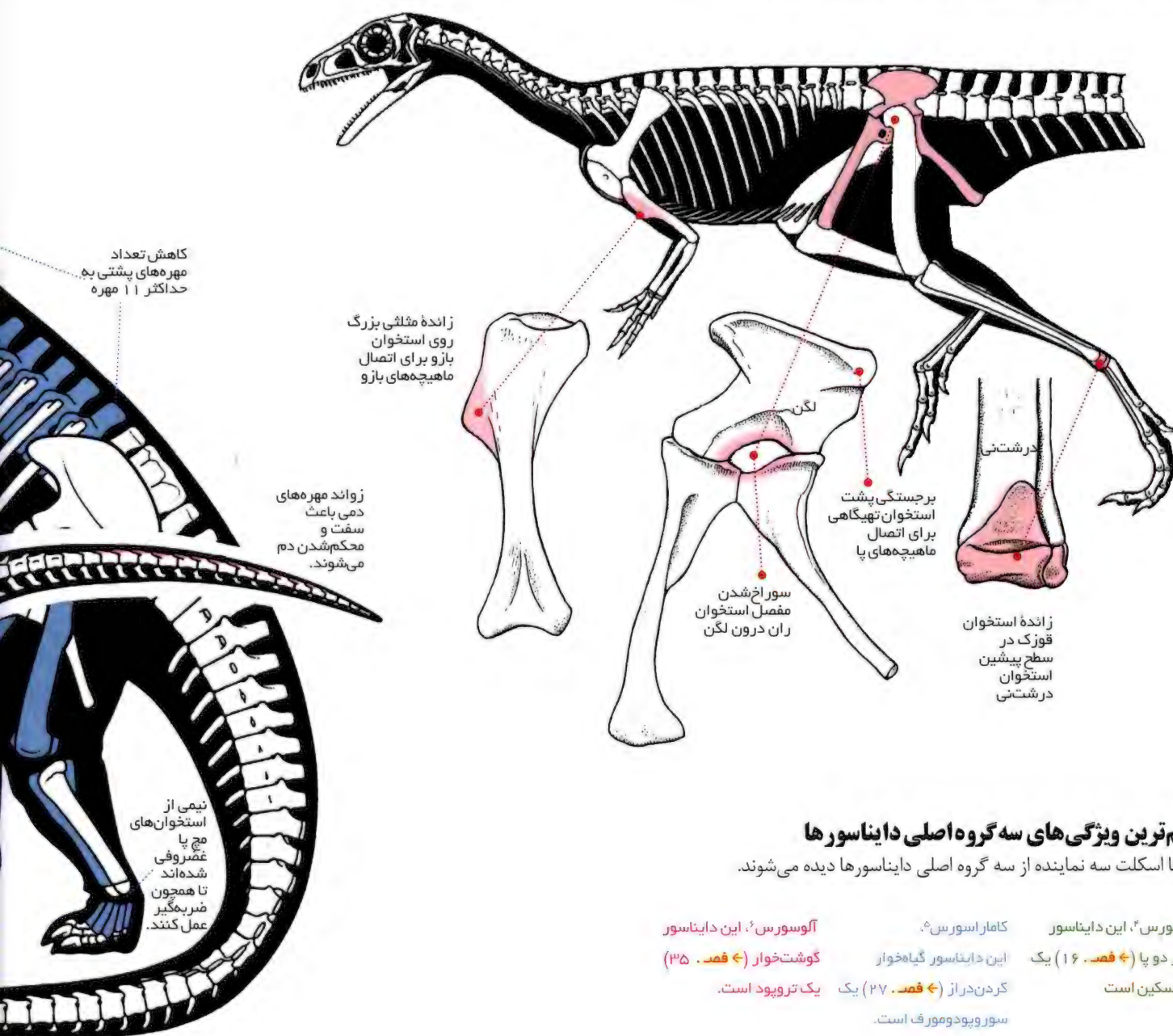
❏ تکامل دایناسورومورف‌ها

دایناسورومورف‌ها، دایناسورها و خویشاوندان بسیار نزدیک آن‌ها را شامل می‌شوند. با توجه به ردپاهای بسیار قدیمی کشف شده در لهستان، به نظر می‌رسد که قدیمی‌ترین دایناسورومورف‌ها حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش روی زمین ظاهر شده‌اند. ماراسوکوس، تیره لاگرتونیدها^۹ و تیره سالیسوریدها از مهم‌ترین دایناسورومورف‌های ابتدایی هستند. قدیمی‌ترین نمونه‌های دایناسورها از تریاس بالایی (حدود ۲۲۸ میلیون سال پیش) شناسایی شده‌اند، اما ردپاهای آن‌ها در تریاس میانی (۲۴۰ میلیون سال پیش) نیز دیده می‌شود. با توجه به پراکندگی ابتدایی‌ترین دایناسورهای واقعی در آمریکای جنوبی، حدس می‌زنیم که آمریکای جنوبی محل پیدایش نخستین دایناسور باشد.

دایناسورها با چه ویژگی‌هایی شناخته می‌شدند؟

دایناسورومورف‌ها جزء آرکوسورها هستند؛ پس، همه ویژگی‌های آن‌ها را دارند. مثلاً پاهایشان زیر بدنشان قرار دارد، نه در کنار بدنشان، و قلب آن‌ها نیز چهارحفره‌ای است. البته ویژگی‌هایی هم دارند که آن‌ها را از آرکوسورها و دیگر یعنی کروکودیل‌ها و ترووسورها جدا می‌کند. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های دایناسورومورف‌ها کوچک شدن انگشتان اول و پنجم در پاهاست. دست‌های دایناسورومورف‌ها نیز اغلب از پاهایشان کوتاه‌تر است؛ البته به‌جز پرندگان که دست‌هایشان دوباره دراز شده و به بال تکامل یافته است. خود دایناسورها نیز ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را از دایناسورومورف‌های ابتدایی‌تر متمایز می‌کند. این ویژگی‌ها در همه دایناسورها به چشم می‌خورد. تصویر زیر یکی از ابتدایی‌ترین دایناسورهای شناخته شده است: ائوراپتور^۱، یک دایناسور گوشت‌خوار به طول ۱/۷ متر و وزن ۲ کیلوگرم بود که ۲۲۰

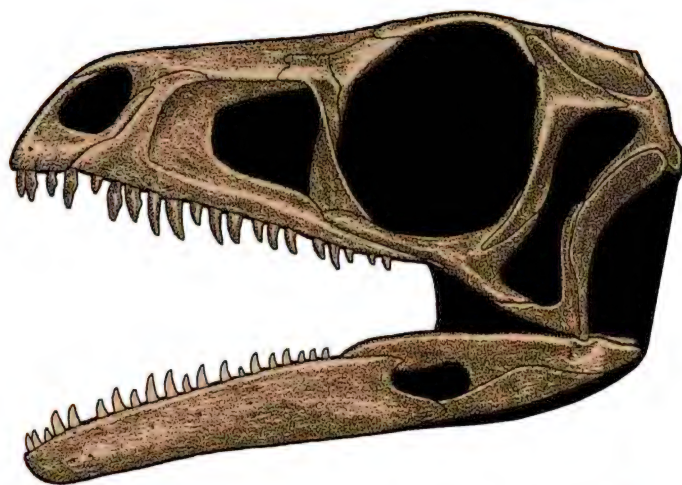
میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب و چهارفصل آمریکای جنوبی می‌زیست؛ گرچه از خویشاوندان دایناسورهای گیاه‌خوار گردن‌دراز بود (← فصل ۲۳). برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک دایناسورها، که در هیچ خزنده دیگری دیده نمی‌شود، در اسکلت ائوراپتور مشخص شده‌اند. این ویژگی‌های ظریف استخوانی را در همه دایناسورها، حتی پرندگان امروزی، به خوبی می‌توان دید. دفعه بعد که بال مرغی را می‌خورید، سعی کنید زائده مثلثی^۲ را که محل اتصال ماهیچه‌های بال است روی استخوان بازو ببینید. اگر هم مثل نویسنده این کتاب آن قدر خوش اقبال باشید که بتوانید اسکلت یک شترمرغ را موبه‌مو بررسی کنید، زائده روی استخوان قوزک^۳ را در جلوی استخوان درشت‌نی می‌بینید!



مهم‌ترین ویژگی‌های سه گروه اصلی دایناسورها

در اینجا اسکلت سه نماینده از سه گروه اصلی دایناسورها دیده می‌شوند.

کامپتوسورس ^۴ ، این دایناسور	کاماراسورس ^۵	آلوسورس ^۶ ، این دایناسور
گیاه‌خوار دو پا (← فصل ۱۶) یک	این دایناسور گیاه‌خوار	گوشت‌خوار (← فصل ۳۵)
اورنی‌تیسکین است	گردن‌دراز (← فصل ۲۷) یک	یک تروپود است.
	سورویودومورف است.	



◀ جمجمه ائوراپتور

تا چند ماه پیش از انتشار همین کتاب، ائوراپتور به عنوان یکی از ابتدایی ترین تروپودها (← فصل ۲۹) شناخته می شد؛ اما امروز می دانیم ائوراپتور نه یک تروپود، بلکه یک سوروپودومورف بسیار بسیار ابتدایی است. بینی نسبتاً بزرگ و شکل دندان های پیش نشان می دهد ائوراپتور خویشاوندی نزدیک تری با دایناسورهای غول پیکر گردن دراز (← فصل ۲۳) داشته است، تا با تروپودهای درنده.

حفره های بینی بزرگ شده اند و بالای سر قرار دارند.

تاج دندان های بالا و پایین مانند دو تیغه قیچی برای بریدن سر شاخه ها مناسب شده اند.

افزایش تعداد مهره های گردنی به ۱۲ مهره

تیغه های عمیق محکم و دوسر برای حمایت رباطها و ماهیچه های بسیار قوی

بزرگ شدن استخوان های شماره ۱ و ۵ کف دستها برای تحمل بهتر وزن

بزرگ شدن ناخن انگشت شست دست، احتمالاً برای مبارزه نرها بر سر جفت

اتصال استخوان های کف دست با رباطهای مستحکم به هم برای تحمل وزن بدن با انگشتان دست

کاهش تعداد استخوان های بندهای انگشت در دست و پا و توسعه بافت های نرم به جای آنها

استخوان های توخالی متمم به کیسه های هوایی و شش ها

پاها برای تحمل وزن زیاد استخوان های محکم، ستونی دارند که برخلاف بقیه استخوان های بدن توپرند.

مفصل میان آرواره ای (← فصل ۲۹) متقارشی برای خوردن سر شاخه ها استخوان پیش دندانی برای حمایت از منقار

ماهیچه های گونه برای جویدن لیف گیاهی

مفصل قدرتمند آرواره

استحکام انگشت شست دست و ناخن تیز آن برای دفاع

زائده پیشین استخوان شرمگاهی روی جلو و زائده عقبی به موازات استخوان نشیمنگاهی

زائده پشت استخوان ران برای حمایت ماهیچه های ران

پایه استخوان قوزک باعث یکنگه شدن ساق و می شود.

پاهای فیل مانند نیمه پنجه و نیمه کف رو

پایه استخوان قوزک باعث یکنگه شدن ساق و می شود.

اورنی تیسکین ها غزال های تندخو

دایناسورها به دو راسته سوریسکین ها و اورنی تیسکین ها تقسیم می شوند. سوریسکین ها شامل انواع گوشت خوار و گیاه خوار می شدند. با سوریسکین ها در فصل های آینده آشنایی خواهیم داشت اما اورنی تیسکین ها همه گیاه خوار بودند؛ گرچه شاید برخی از آن ها، به خصوص انواع ابتدایی و نیز مارجینوسفال ها^۱ (فصل ۱۸-۲۱)، گاهی گوشت شکار هم می خوردند. یکی از مهم ترین ویژگی های اورنی تیسکین ها توانایی جویدن مواد غذایی به کمک دندان هاست. اغلب تصویری شود که تنها پستانداران قادر به جویدن غذا هستند اما در واقع، اورنی تیسکین ها نیز در روند تکامل، دارای همین ویژگی شدند. جالب اینجاست که آن ها مانند پستانداران دارای ماهیچه های گونه بودند. اورنی تیسکین های ابتدایی دایناسورهایی کوچک و پشمالو بودند اما از آن ها گونه های مختلف و متنوعی به وجود آمدند؛ از جمله: انواع مختلف دایناسورهای زره دار، شاخ دار، دنده و دوپا، سنگین وزن و چهارپا و انواع بسیار متنوع دایناسورهای نوک اردکی.

اورنی تیسکین ها چه ویژگی هایی داشتند؟

اورنی تیسکین^۲ به معنای «لگن پرنده ای» است. وقتی دانشمندان برای نخستین بار لگن اورنی تیسکین ها را دیدند، متوجه شدند که درست مثل پرندگان، استخوان شرمگاهی این دایناسورها به عقب برگشته و به موازات استخوان تهیگاهی درآمده است؛ بنابراین، اسم آن ها را اورنی تیسکین گذاشتند. البته در حقیقت، لگن آن ها به لگن پرنده ها ارتباطی ندارد. پرنده ها از تبار سوریسکین ها هستند. در میان سوریسکین ها نیز چندین گروه مختلف دارای لگن هایی مشابه اورنی تیسکین ها شده اند و پرندگان یکی از همین گروه ها هستند. مهره داران گیاه خوار نمی توانند بیشتر مواد غذایی موجود در گیاهان را هضم کنند. این کار را باکتری های موجود در دستگاه گوارش برای آن ها انجام می دهند؛ یعنی، قندهای غول پیکر، مثل سلولز، را خرد می کنند و به مواد ساده تر قابل جذب برای حیوان گیاه خوار تبدیل می کنند. بنابراین، مهره داران مختلف گیاه خوار در مسیر تکامل به افزایش طول لوله گوارش و در نتیجه، بزرگ شدن شکم و در نهایت، بزرگ شدن بدن تمایل دارند. این اتفاق دست کم در اورنی تیسکین ها باعث شد که استخوان شرمگاهی به سمت عقب خم شود تا در شکم جای بیشتری برای روده ها باز شود (فصل ۴۰).

ویژگی مهم دیگر اورنی تیسکین ها، که باز هم با گیاه خواری آن ها ارتباط داشت، وجود استخوان کوچکی در قسمت پیشین آرواره پایین این دایناسورها بود. این استخوان که پیش دندان^۳ نامیده می شود، فاقد دندان بود و برای حمایت از منقار شاخی آن ها رشد کرده بود. در حقیقت، اورنی تیسکین ها نه تنها دندان های خوبی برای جویدن غذا داشتند بلکه دارای منقاری شبیه منقار پرندگان و لاک پشت ها از همان جنس شاخی بودند که نوک پوزه آن ها را می پوشاند. جویدن غذا ویژگی عجیب دیگر این دایناسورهاست؛ آن ها احتمالاً تنها خزندگان بودند که در ناحیه گونه و صورت ماهیچه هایی داشتند و دو طرف دهان آن ها بسته بود تا در هنگام جویدن غذا، الیاف گیاهان از گوشه دهانشان بیرون نریزد (درست مثل پستانداران). جالب تر اینکه دست کم برخی از آن ها علاوه بر دندان، سنگدان هم داشتند: گیاه خوارانی حرفه ای که طی ژوراسیک و مزوزوئیک به همه شکلی درآمدند؛ از جمله: انواع شاخ دار، زره دار، نوک اردکی، کله گنبدی، دو پا، چهارپا، چرنده، سرشاخه چین در اندازه های گوناگون و در سرزمین های مختلف.

انوکرسر^۴

یکی از ابتدایی ترین اورنی تیسکین های شناخته شده، انوکرسر است که ۲۱۰ میلیون سال پیش در آفریقای جنوبی می زیست و تنها یک متر طول داشت. این دایناسور ویژگی های کلی اورنی تیسکین ها، مثل برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب، را داشته اما فاقد ویژگی های اختصاصی زیر گروه های بزرگ اورنی تیسکین ها (اورنیتومورفا، سراتوپس ها، پاکیسفالوسورها^۵، استیگوسورها^۶ و آنکیلوسورها^۷) بوده است.

لسوتوسورس^{۱۰}

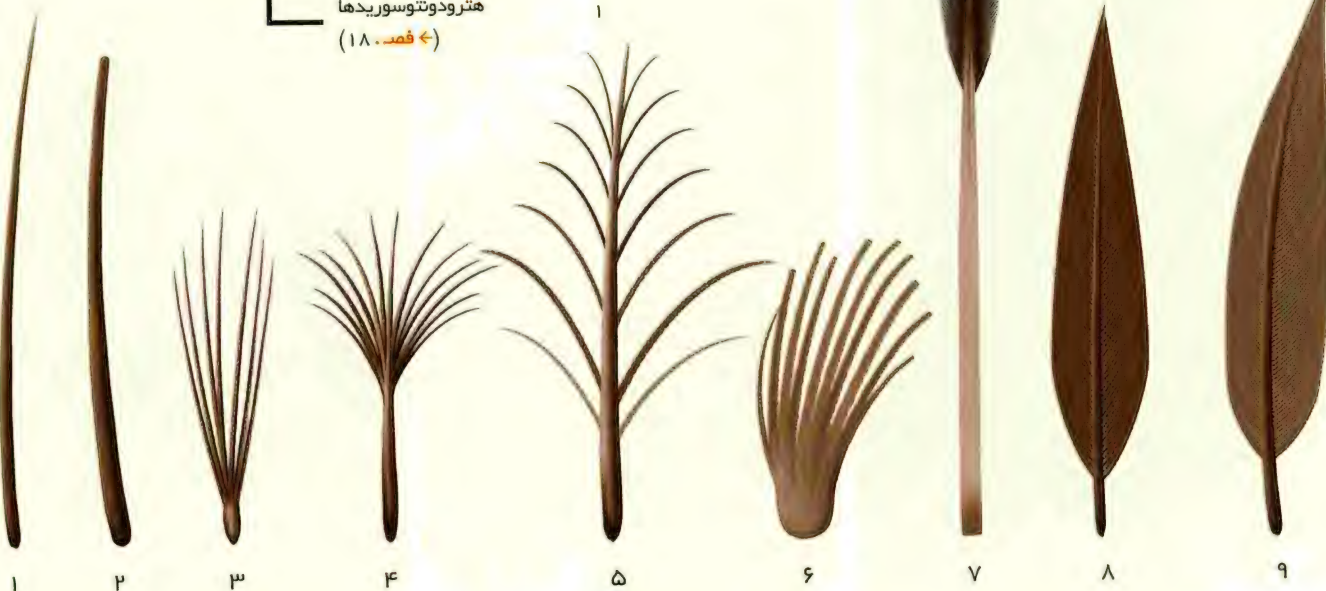
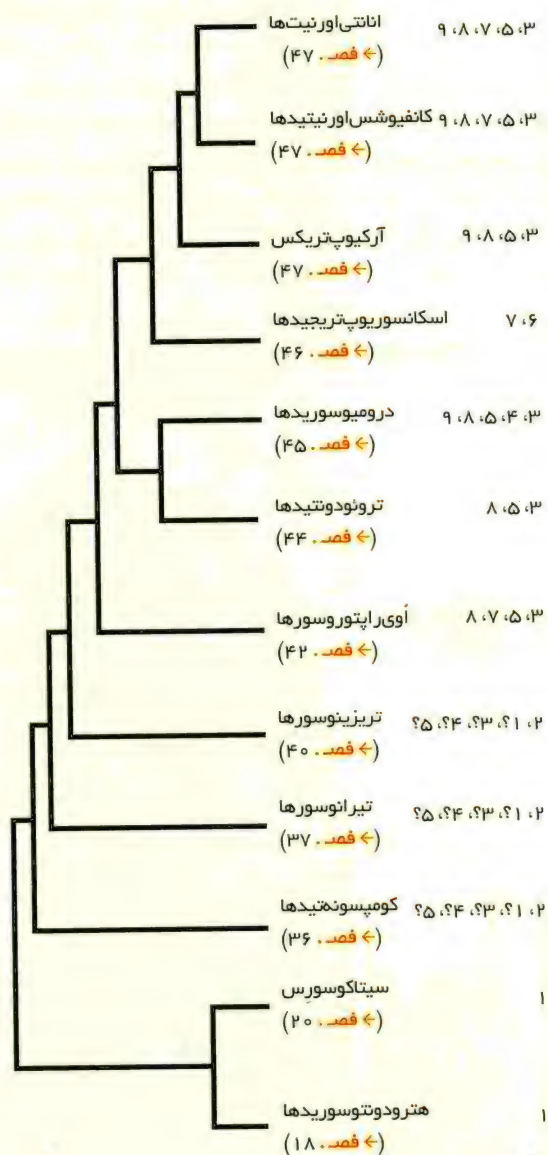
این جمجمه کوچک ۱۰ سانتی متری متعلق به یکی از قدیمی ترین دایناسورهای اورنی تیسکین به نام لسوتوسورس است. این دایناسور که ۱۹۰ میلیون سال پیش در جنگل های آفریقا می زیست، برخی از مهم ترین ویژگی های اورنی تیسکین ها را نشان می دهد. دندان های این دایناسور با تاج های پهن و لبه دار برای گیاه خواری تکامل یافته اند. دو تا از مهم ترین ویژگی های اورنی تیسکین ها، که در این تصویر نیز دیده می شود، وجود استخوان ابرو^{۱۱} روی چشم و استخوان پیش دندانی در نوک آرواره پیشین است.



تکامل پر در دایناسورها

کشفیات بسیار جالب دانشمندان در رسوبات ظریف شرق چین، طی ۱۵ سال اخیر انواع مختلفی از دایناسورهای پردار را به جهان دانش معرفی کرد. ما ابتدا تصور می‌کردیم که فقط دایناسورهای گوشت‌خوار (از راسته سورسکیا) که خیلی به پرندگان نزدیک بوده‌اند، پر داشته‌اند اما با به‌دست آمدن نمونه‌های بیشتر، تقریباً مطمئن شدیم که همه دایناسورها و خویشاوندان آن‌ها دارای «پر» بوده‌اند. البته این «پر»‌ها از اول شبیه پر نبوده‌اند (فصل ۹). به‌نظر می‌رسد که موی بدن تروسورها همتای پر پرندگان باشد. به‌ویژه از وقتی ساختار پره‌های بسیار اولیه در اورنی تیسکین‌ها و دایناسورهای گوشت‌خوار ابتدایی شناسایی شد. پره‌های اولیه، ساختارهای رشته‌ای و بدون انشعابی بودند که احتمالاً برای گرم کردن بدن آرکوسورها تکامل یافته بودند. در برخی اورنی تیسکین‌ها نمونه‌هایی از این پره‌های ابتدایی دیده می‌شود. این پرها در ناحیه پشت بدن، به‌ویژه پشت لگن و دم، حالتی بال‌مانند دارند و ضخامت آن‌ها گاهی زیادی می‌شود. ممکن است پرها مثل تیغ جوجه‌تیغی برای دفاع به کار می‌رفته‌اند. در دایناسورهای گوشت‌خوار برای نخستین بار انشعابات جانبی پرها ظاهر شدند. این پره‌های منشعب، ظاهری شبیه کرک بدن جوجه‌پرنده‌ها داشتند و مشخصاً برای هرچه گرم‌تر کردن بدن دایناسورها به کار می‌رفتند.

سنگواره ابتدایی‌ترین دایناسورهای گوشت‌خواری که دارای شاه‌پر شده‌اند، نشان می‌دهد که شاه‌پره‌های آن‌ها به کار پرواز نمی‌آمده است. این شاه‌پرها نسبت به شاه‌پره‌های پرندگان ساقه‌های نازک‌تری داشتند، چندان کشیده و بلند نبودند و مهم‌تر از همه خاصیت آیرودینامیک نداشتند! پره‌های پروازی پرندگان امروزی دارای مقطعی عرضی تقریباً شبیه مقطع عرضی بال هواپیماست. درحقیقت، ظاهر این پرها نامتقارن است؛ درحالی‌که شاه‌پره‌های بیشتر دایناسورهای پردار، کاملاً متقارن بودند و از نظر آیرودینامیک نیروی بالابرنده ایجاد نمی‌کردند؛ درحقیقت این پرها برای جلب جنس مخالف تکامل یافته بودند (فصل ۴۲).

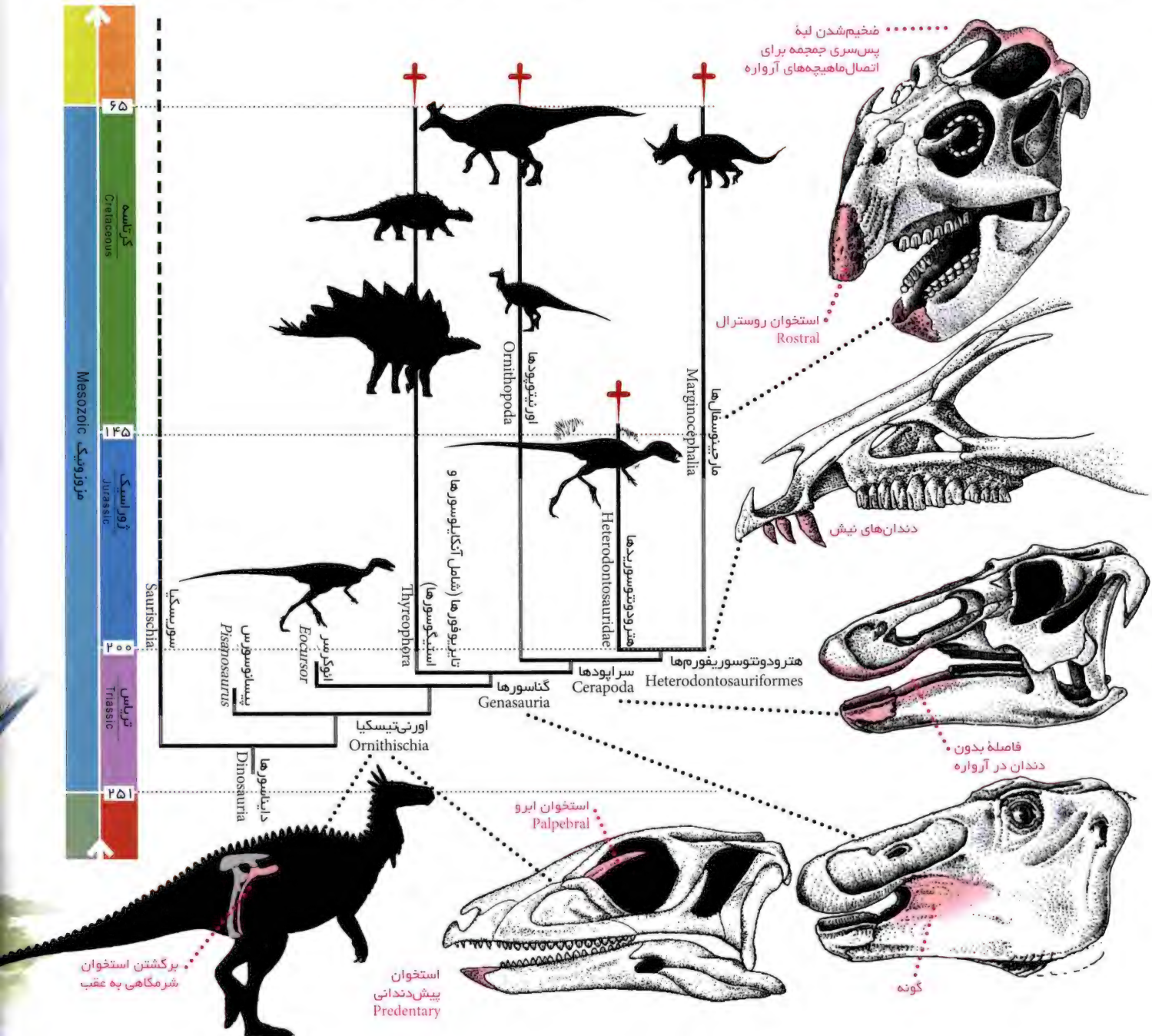


تکامل دایناسورهای اورنی تیسکین

اُتوکرسیس بودند اما گونه‌های ماهیچه‌ای در آن‌ها توسعه بیشتری یافته بودند و از این‌رو، نسبت به اورنی تیسکین‌های ابتدایی موفق‌تر بودند. تایریوفورها روی بدنشان خارها و تیغ‌هایی داشتند که شاید برای دفاع در برابر شکارچیان و شاید هم برای نمایش هنگام انتخاب جفت تکامل یافته بودند. اغلب تایریوفورها سنگین‌وزن و کاملاً چهارپا شده بودند. سرپودها آخرین و متنوع‌ترین گروه از اورنی تیسکین‌ها هستند و نخستین آن‌ها خانواده هترودونتوسوریدها^۱ بوده‌اند. سنگواره‌های این خانواده در آفریقا، آمریکای شمالی و آسیا به دست آمده است. یکی از سنگواره‌هایی که اخیراً کشف شده است، پره‌های بلندی را روی پشت یک هترودونتوسورید نشان می‌دهد. دیگر ویژگی جالب هترودونتوسورها، داشتن دندان‌های نیش بلند در آرواره بالا و پایین است. وجود این دندان‌ها باعث می‌شود که دندان‌بندی آن‌ها شبیه پستانداران

ابتدایی‌ترین اورنی تیسکین شناخته شده، پيسانوسورس^۱ نام دارد که در آمریکای جنوبی زندگی می‌کرده است. بقایای پيسانوسورس خیلی خرد شده‌اند و چیز زیادی از آن‌ها باقی نمانده است اما انواع دیگری از اورنی تیسکین‌های ابتدایی، مانند اُتوکرسیس (از آفریقای جنوبی)، نمونه‌های نسبتاً کامل‌تری هستند و اطلاعات خوبی در مورد نخستین اورنی تیسکین‌ها به همراه دارند.

بعد از این نمونه‌های ابتدایی، گروه بزرگی از اورنی تیسکین‌ها پیدا شدند و اغلب نمونه‌های معروف جزء همین گروه بودند؛ یعنی، گناسورها^۲. این گروه خود به دو تبار تایریوفورها^۳ (دایناسورهای زره‌پوش و خاردار)، و سرپودها^۴ (دایناسورهای شاخ‌دار، کله‌گنبدی، انواع دوپای دنده و نوک‌اردکی‌های غول‌پیکر) تقسیم می‌شدند. تایریوفورها و سرپودهای اولیه موجوداتی کمابیش شبیه به

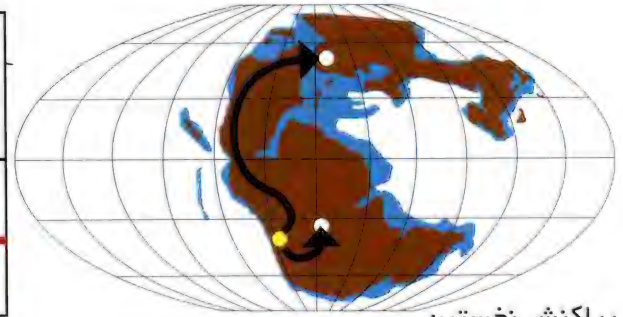


در اوراسیا و آمریکای شمالی زندگی می کردند. گروه دیگر سراپودها، دایناسورهای اورنیتمیوید هستند. دایناسورهایی با اندازه‌های یک تا ۱۲ متری که می توانستند هم روی دوپا بدون و هم روی چهارپا قدم بزنند. آن‌ها در سراسر کره زمین پراکنده شدند. دایناسورهای نوکاردکی یکی از خانواده‌های اورنیتمیوید بودند که در کرتاسه بالایی در اوراسیا و آمریکا تکامل یافتند (← فصل ۱۷).



تیان یولونگ، یک هترودونتوسورید که ۱۴۰ میلیون سال پیش در چین زندگی می کرد.

به نظر برسد؛ یعنی تفکیک دندان‌های آسیا، نیش و پیش. این دندان‌های نیش در دایناسورهای شاخ‌دار و کله‌گنبدی ابتدایی هم که به آن‌ها «مارجینوسفال»^۶ یعنی «کله لبه‌دار» می‌گوییم، دیده می‌شود؛ زیرا در پس جمجمه آن‌ها لبه‌ای استخوانی وجود داشت که برای اتصال ماهیچه‌های آرواره رشد یافته بود. به نظر می‌رسد که هترودونتوسوریدها و مارجینوسفال‌ها به هم نزدیک‌تر بوده‌اند. مارجینوسفال‌ها تنها



پراکنش نخستین اورنی‌تیسگین‌ها





تایریوفورها^۱، اورنی‌تیسکین‌های زره‌پوش بودند؛ گیاه‌خوارانی اغلب چهارپا با شکم‌های بزرگ و سرها و مغزهای کوچک. دو گروه مهم تایریوفورها عبارت‌اند از استیگوسورها^۲ (فصل ۱۳) و آنکیلوسورها^۳ (فصل ۱۴). این هر دو گروه در ژوراسیک ظاهر شدند؛ استیگوسورها در دوره ژوراسیک گسترش بیشتری یافتند و در میانه دوره کرتاسه منقرض شدند. آنکیلوسورها در کرتاسه بالایی، به‌ویژه پس از انقراض استیگوسورها، گسترش یافتند. تایریوفورهای ابتدایی چند نمونه کمتر شناخته‌شده هستند که از استیگوسورها و آنکیلوسورها کوچک‌تر بوده‌اند.

تکامل تایریوفورها

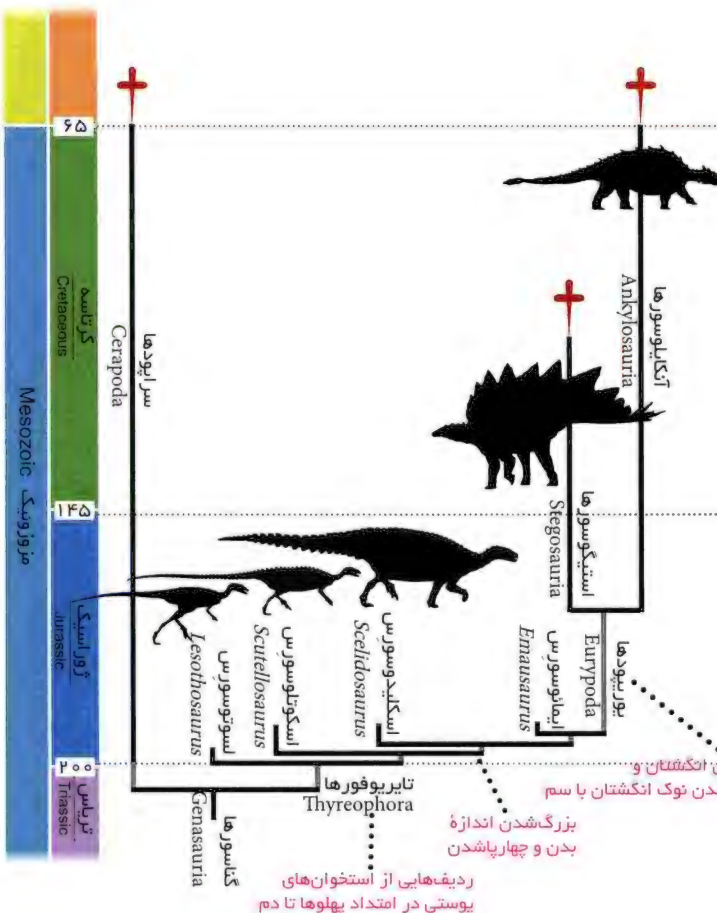
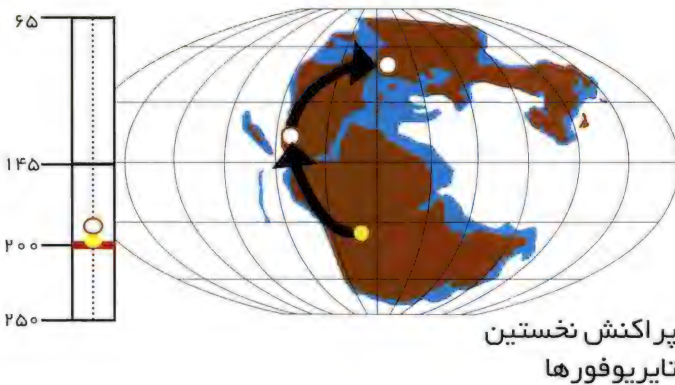
ابتدایی‌ترین تایریوفوری که می‌شناسیم، لسوتوسورس^۴ است (فصل ۱۱). به‌جز چند ویژگی استخوان‌شناسی، لسوتوسورس مهم‌ترین صفت تایریوفورهای دیگر را نداشت؛ این ویژگی مهم که در تایریوفورهای بعدی، مثل اسکوتلوسورس^۵، ظاهر می‌شود، ردیف‌هایی از استخوان‌های پوستی است که پشت این حیوانات را می‌پوشاند. در تایریوفورهای بعدی، مثل بسیاری از گروه‌های گیاه‌خوار دیگر، وزن بدن به‌تدریج بیشتر و بیشتر شد و توانایی راه‌رفتن روی دو پای عقب از میان رفت. اسکلیدوسورس^۶ قدیمی‌ترین تایریوفور کاملاً چهارپاست.

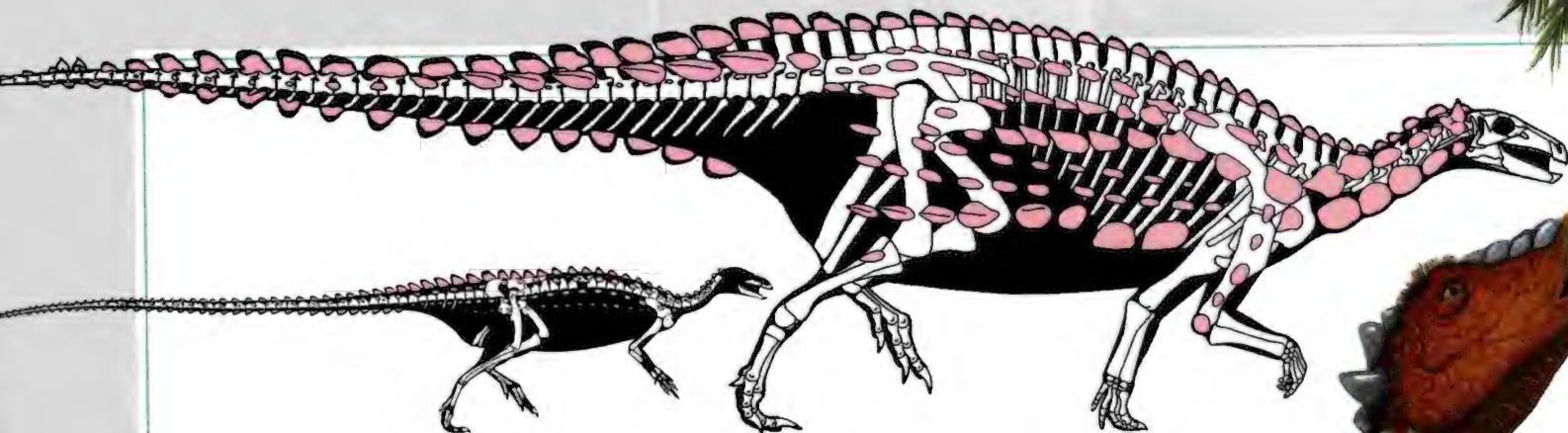
زیرگروه پیشرفته‌تر و بسیار متنوع تایریوفورها در ژوراسیک بالایی و احتمالاً در نیمکره شمالی ظاهر شدند. این گروه که یورپودها نام دارد، دو تبار استیگوسورها و آنکیلوسورها را شامل می‌شود. استیگوسورها طی چند میلیون سال پایان ژوراسیک در آسیا، اروپا، آمریکای شمالی و آفریقا گسترش زیادی یافتند. این جانوران که انواع رنگارنگ و بسیار متنوع آن‌ها با سپرها، خارها و تیغ‌های بزرگ استخوانی تکامل یافتند، از ۳ تا ۱۰ متر طول داشتند.

در اوایل دوره کرتاسه تنوع تایریوفورها به شکل مرموزی رو به انقراض گذاشت. آخرین استیگوسور کره زمین، میلیون‌ها سال پس از انقراض دیگر استیگوسورها در چین زندگی می‌کرد.

آنکیلوسورها نیز از اواخر ژوراسیک در آسیا ظاهر شدند و حتی به قاره‌های جنوبی هم رفتند. یکی از ابتدایی‌ترین آنکیلوسورها در استرالیا زندگی می‌کرد اما تنوع اصلی آن‌ها در دوره کرتاسه و در نیمکره شمالی، به‌ویژه آسیا و آمریکای شمالی، ظاهر شد.

درست نمی‌دانیم که دلیل انقراض زودهنگام استیگوسورها چه بوده است. ممکن است ظهور گیاهان گل‌دار در اوایل دوره کرتاسه موجب تغییر پوشش گیاهی و حذف گیاهان مورد علاقه استیگوسورها شده باشد. تایریوفورها برخلاف سرپودها دندان‌بندی چندان تخصص‌یافته‌ای برای جویدن گیاهان نداشتند. استیگوسورها تا حد زیادی به خورد کردن غذا درون سنگدانشان وابسته بودند. در مقابل، آنکیلوسورها دارای لوله‌های گوارش بسیار بلندی بودند؛ به‌طوری که شکم آن‌ها از دو طرف بیرون‌زده بود و لگن‌های بسیار مستحکمی برای تحمل وزن سنگین بدنشان داشتند.





این گروه خشن

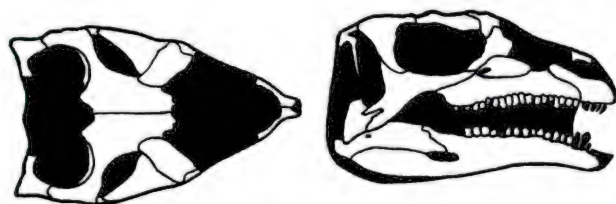
اسکوتلوسورس ۲۰۰ تا ۱۹۰ میلیون سال پیش در آریزونا زندگی می کرد. این دایناسور که یک متر طول و ۳ کیلوگرم وزن داشت، دوپا بود؛ اما اسکلیدوسورس با ۴ متر طول و ۲۷۰ کیلوگرم وزن روی چهارپا حرکت می کرد. اسکلیدوسورس ۱۹۵ تا ۱۸۵ میلیون سال پیش در اروپای غربی می زیست. به استخوان های پوستی این دایناسورها توجه کنید.

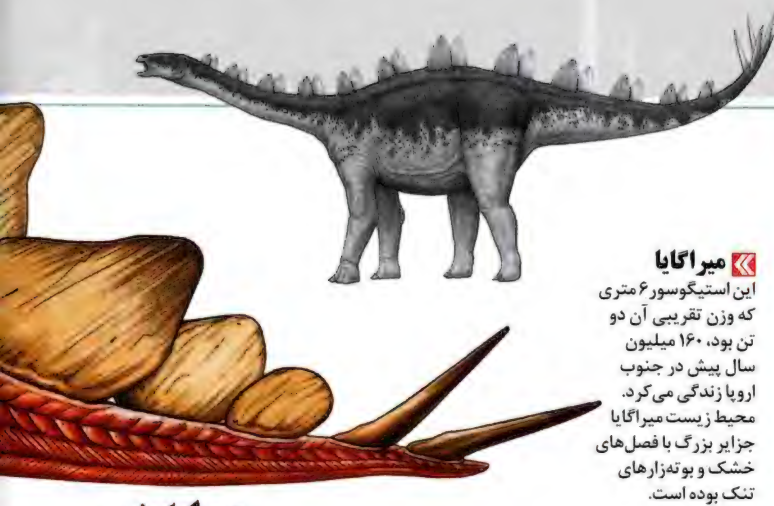
اسکلیدوسورس

این دایناسور چهارمتری جز در مواردی که می خواست نوک شاخه ها را بچیند، روی دو پای عقب خود نمی ایستاد؛ زیرا جثه بزرگش مانع این کار می شد. زره اسکلیدوسورس از استخوان های پوستی درشتی، که از پس سر تا انتهای دم امتداد داشت، ساخته می شد.

ایمائوسورس

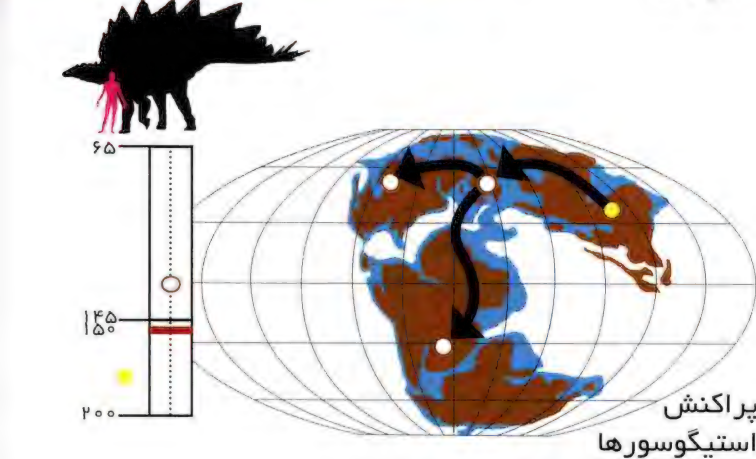
از این دایناسور به جز قسمت هایی از جمجمه، استخوان های بسیار اندکی کشف شده است. ایمائوسورس حدود ۱۸۰ میلیون سال پیش در غرب اروپا می زیست و ۲ متر طول داشت.





میراگایا

این استیگوسور ۶ متری که وزن تقریبی آن دو تن بود، ۱۶۰ میلیون سال پیش در جنوب اروپا زندگی می‌کرد. محیط زیست میراگایا جزایر بزرگ با فصل‌های خشک و بوته‌زارهای تنک بوده است.



پراکنش

استیگوسورها

آیا استیگوسورها دارای مغز دوم بودند؟

در کتاب‌های قدیمی از مغز دوم استیگوسورها زیاد صحبت شده است! مغز استیگوسورها خیلی بزرگ نبود. در حقیقت، مغز حیوانات گیاه‌خوار (به جز برخی اورنیثوپودها: **فصل ۱۵**) نیاز چندانی به بزرگ شدن ندارد (**فصل ۴۴**) اما کوچک بودن مغز استیگوسورها از یک سو و بزرگ بودن فضای داخل مجرای عبور نخاع از درون مهره‌های لگن از سوی دیگر، باعث شکل‌گیری این تصور شده بود که مغز دومی درون لگن استیگوسورها تکامل یافته است اما این فضا در حقیقت جایی برای قرارگیری نورون‌های عصبی نبوده است. در پرندگان (نزدیک‌ترین خویشاوندان زنده استیگوسورها) نیز همین فضای داخلی وجود دارد و البته نقش مغز دوم را بازی نمی‌کند! البته کارکرد این بخش برای دانشمندان چندان مشخص نشده است اما مسلماً نقش عصبی ندارد؛ چون جنس آن با بافت عصبی متفاوت است.



خارهای ته دم به‌ویژه در همه استیگوسورها شبیه به هم هستند و بنابراین، بعید است برای کاری جز دفاع در برابر شکارچی‌ها به کار روند.

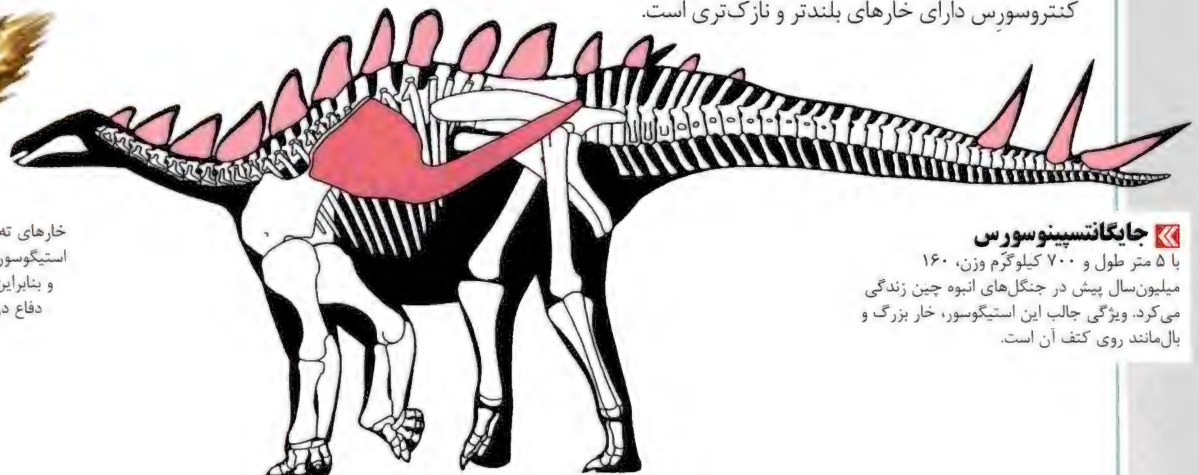
استیگوسورها^۱ مدت بسیار کوتاهی روی کره زمین زیستند. زره این تاپیر یوفورها از صفحات و خارهایی استخوانی تشکیل می‌شد که در دو ردیف روی پشت بدنشان روئیده بود. بسیاری از آن‌ها خارهای بسیار بزرگ و بال‌مانندی نیز روی کتف‌هایشان داشتند. این صفحات و خارهای پشتی جز دفاع کردن، به درد شناسایی افراد هم‌گونه و نمایش دادن در هنگام انتخاب جفت نیز می‌خورد؛ زیرا شکل آن‌ها در هر گونه، ظاهری تقریباً متفاوت داشت. تخلیه دمای بدن وظیفه دیگر این صفحات بود. استیگوسورها منقاری باریک داشتند که با آن از سرشاخه‌های گیاهان بازدانه تغذیه می‌کردند. آن‌ها چهارپایانی با دست‌هایی نسبتاً کوتاه‌تر از پاهایشان بودند و این باعث کندی حرکت آن‌ها می‌شد؛ گرچه با وجود خارهای به‌آن تیزی، به دویدن نیازی هم نداشتند.

تکامل استیگوسورها

استیگوسورها در پایان ژوراسیک ظاهر، و در اوایل کرتاسه منقرض شدند. تنها بازماندگان آن‌ها مدت‌ها پس از انقراض استیگوسورها در دیگر در آسیا به‌سر می‌بردند. تبار استیگوسورها چینی (توژیانگوسور^۲ و جایگانتسپینوسور^۳) در پایین‌ترین قسمت درخت تبارزایی استیگوسورها قرار گرفته است. بنابراین، احتمال اینکه استیگوسورها برای نخستین بار در چین ظاهر شده باشند، قوی‌تر می‌شود. هوئیانگوسور^۴ نمونه دیگر و اندکی پیشرفته‌تر است. استیگوسورها به آفریقا نیز رسیدند. کنتروسور^۵، استیگوسوری کوچک با خارهای بلند روی پشتش در شرق آفریقا زندگی می‌کرد. تباری از استیگوسورها نیز به اروپا رفتند. داسنتروسور^۶ و میراگایا^۷ هر دو از جنوب اروپا کشف شده‌اند. میراگایا، که اخیراً کشف شده، به‌ویژه به‌خاطر داشتن بلندترین گردن در میان استیگوسورها نمونه جالبی است. نکته درخور توجه اینکه در این داینوسور برخلاف دایناسورهای دیگر، به‌جای کشیده شدن طول هر مهره، تعداد مهره‌ها افزایش یافته است. این دایناسور ۱۷ مهره گردنی دارد و تعداد مهره‌های گردن آن، حتی از اغلب سوروپودها (**فصل ۲۴-۲۸**) هم بیشتر است. آخرین تبار استیگوسورها، شامل خود استیگوسور^۸ و ووئروسور^۹ می‌شد. استیگوسور بزرگ‌ترین نمونه از استیگوسورها بود که با ۹ متر طول در آمریکای شمالی می‌زیست. ووئروسور احتمالاً آخرین استیگوسور روی زمین بود که در چین زندگی می‌کرد. خارهای ووئروسور برخلاف استیگوسورهای دیگر کوتاه و پهن بودند. در استیگوسور این خارها، به‌جز خارهای انتهایی دم، کاملاً صفحه‌مانند و بلند و پهن‌اند. در بقیه استیگوسورها نیز ظاهر خارها تفاوت دارد. برای مثال کنتروسور دارای خارهای بلندتر و نازک‌تری است.

جایگانتسپینوسور

با ۵ متر طول و ۷۰۰ کیلوگرم وزن، ۱۶۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های انبوه چین زندگی می‌کرد. ویژگی جالب این استیگوسور، خار بزرگ و بال‌مانند روی کتف آن است.

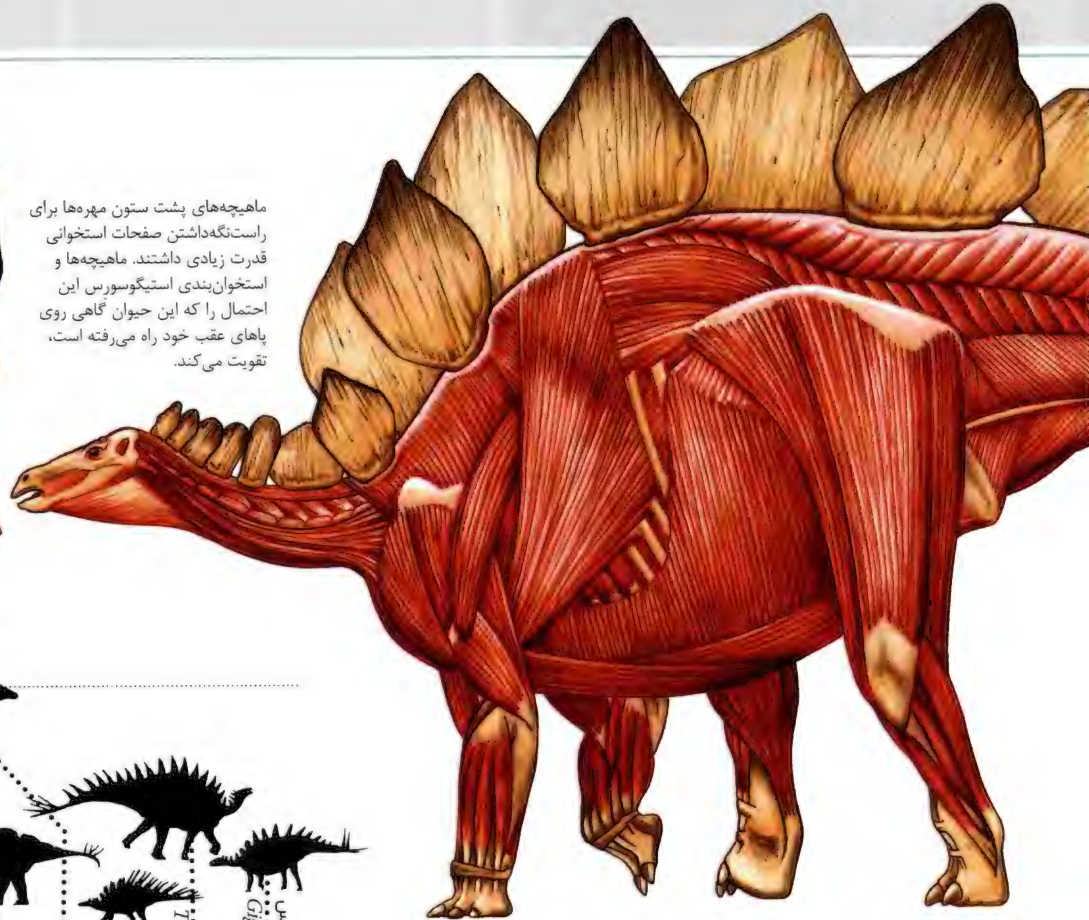


جمجمه هونا یا نگو سوس

این دایناسور ۵ متری
۱۶۷ تا ۱۶۱ میلیون
سال پیش در آسیا
می‌زیست. به شکل
آراره و دندان‌ها
توجه کنید.

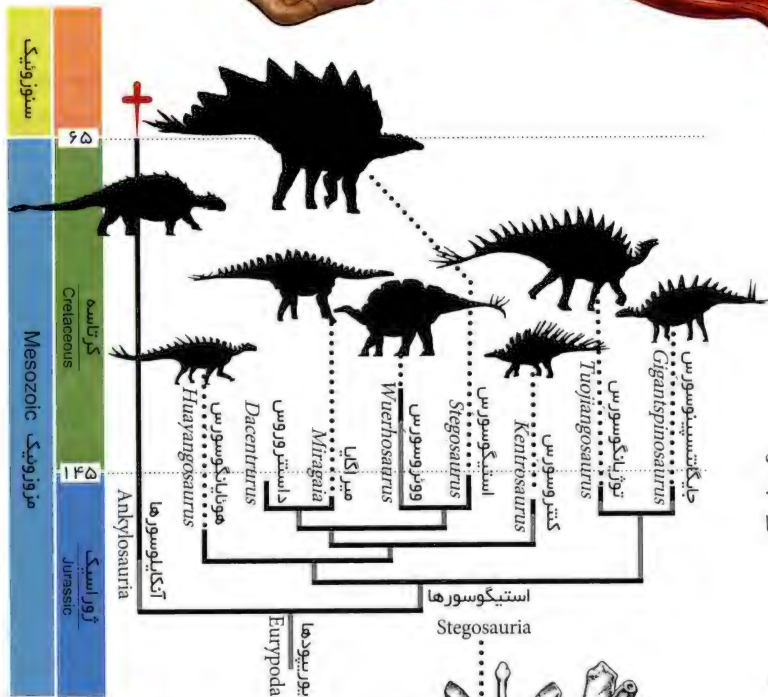


ماهیچه‌های پشت ستون مهره‌ها برای
راست‌نگه داشتن صفحات استخوانی
قدرت زیادی داشتند. ماهیچه‌ها و
استخوان‌بندی استیگوسورس این
احتمال را که این حیوان گاهی روی
پاهای عقب خود راه می‌رفته است،
تقویت می‌کند.



استیگوسورس

بزرگ‌ترین عضو گروه استیگوسورها، خود استیگوسورس بود که با ۷ تا ۹ متر طول
و ۳/۵ تن وزن یکی از بزرگ‌ترین گیاه‌خواران آمریکای شمالی به‌شمار می‌رفت.
محیط زندگی استیگوسورس جنگل‌های اطراف رودها و دشت‌های سیلابی با
فصول خشک و مرطوب بوده است.



مهره‌های
استیگوسورها،
به‌خصوص تیغه
عصبی آن‌ها از
دایناسورهای
دیگر بلندتر
شده است.

خارها و صفحه‌های استیگوسورها به چه دردی می‌خورد؟

در مورد این خارها نظریات زیادی وجود دارد. اولین تصور ما این است که کاربرد
آن‌ها برای دفاع بوده است. اما خارهای پشت گردن تا کمر در استیگوسورهای
مختلف حالت‌های متفاوتی پیدا کرده‌اند. تصور دانشمندان در مورد چنین
ساختارهایی که در یک خانواده مشترک‌اند اما در هر گونه ظاهری متفاوت یافته‌اند،
این است که انتخاب جنسی باعث این تنوع شده است. انتخاب جنسی یعنی
انتخاب بهترین و زیباترین نر گله توسط ماده‌ها برای تولیدمثل. به علاوه، صفات
دخیل در انتخاب جنسی باعث تشخیص دادن افراد گونه خودی از گونه‌های دیگر
می‌شود. نمونه امروزی چنین صفاتی شاخ گوزن است که برای مبارزه میان نرها
بر سر جفت کاربرد دارد. مطالعه یافت صفحات پشت استیگوسورس نشان می‌دهد
که رگ‌های خونی زیادی روی سطح استخوان وجود داشته که احتمالاً در زمان
به‌هیجان آمدن این دایناسور پر خون می‌شده‌اند و رنگ سرخ
خود را پیش چشم رقیب، شکارچی یا جفت احتمالی، به‌نمایش
می‌گذاشته‌اند.

آنکیلوسورها^۱ تایروفورهای با زره‌هایی بسیار کامل‌تر از استیگوسورها بودند. در برخی از آن‌ها حتی پلک‌های چشم نیز استخوانی شده بود! آنکیلوسورها شامل انواعی کوچک و یکی دو متری تا انواعی بسیار غول‌پیکر می‌شدند که از دوره ژوراسیک تا آخرین روزهای دوره کرتاسه در همه قاره‌های دنیا پراکنده بودند. دندان‌بندی آن‌ها چندان مناسب جویدن نبود اما شاید به لطف زره‌های قدرتمندشان، نسبت به استیگوسورها موفقیت بیشتری یافتند. به نظر می‌رسد که برخلاف استیگوسورها و دایناسورهای شاخ‌دار، مورد استفاده اصلی زره‌های سنگین و دم‌های گرزمانند آن‌ها برای دفاع بوده است.

تکامل و تنوع آنکیلوسورها

وجود شکم‌های عریض، راهی برای برگرداندنشان به پشت نیز وجود نداشته است. خارها و صفحه‌های بزرگ پشتی و سر زره‌پوش نودوسوریدها به جانوران دیگر اجازه آسیب‌رساندن به این دایناسورها را نمی‌داده است. نودوسوریدها در اروپا و آمریکای شمالی زندگی می‌کرده‌اند و تنها یک نمونه از آن‌ها در آسیا کشف شده است. دو خانواده دیگر شباهت‌های بیشتری به هم دارند؛ مثلاً پاهای آن‌ها کوتاه‌تر شده است. گاهی پولاکانتیدها را به عنوان زیر خانواده‌ای از آنکیلوسوریدها رده‌بندی می‌کنند. زره آن‌ها با خارهای بزرگ جانبی شبیه به نودوسوریدهاست، اما سرهای آن‌ها به آنکیلوسوریدها شباهت دارد. هم آنکیلوسوریدها و هم پولاکانتیدها دارای شاخ‌های کوچکی در پس سر و دوطرف گونه‌ها بوده‌اند. قدیمی‌ترین پولاکانتیدها از ژوراسیک بالایی شناسایی شده‌اند و در اروپا و آمریکای شمالی پراکنده شدند، اما در اواسط دوره کرتاسه تنوع آن‌ها رو به افول نهاد و سرانجام در همان زمان منقرض شدند. آخرین خانواده آنکیلوسورها نیز خانواده آنکیلوسوریدهاست. آنکیلوسوریدها در آمریکای شمالی و آسیا پراکنده بودند. چنین الگوی پراکنشی برای برخی گروه‌های دیگر دایناسورها نیز دیده می‌شود (← فصل، ۱۷، ۲۰، ۲۱، ۳۷ و ۳۲).

مهم‌ترین ویژگی‌های آنکیلوسوریدها عبارت‌اند از مجاری پیچیده داخل بینی و سینوس‌های مجمله، و نیز دم گرزمانند آن‌ها. به علاوه پاهای آنکیلوسوریدها برخلاف دیگر آنکیلوسورها، دارای تنها سه انگشت بود. در آنکیلوسوریدها اثری از تیغ‌های بلند نیست، زیرا با وجود دم چماق‌مانند، کسی جرئت ایجاد مزاحمت برای آن‌ها نداشت.

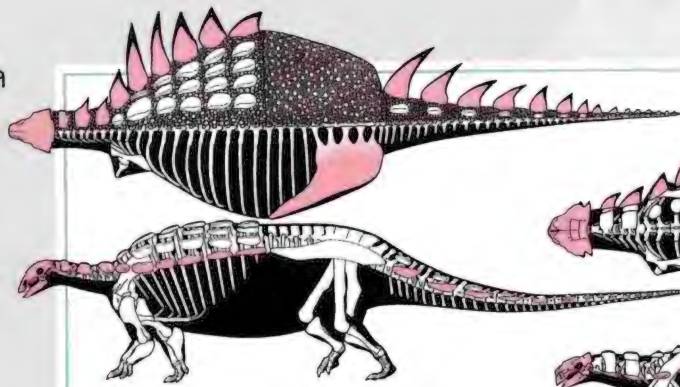
آنکیلوسورها هم‌زمان با استیگوسورها، در ژوراسیک میانی ظاهر شدند. برخلاف تایروفورهای دیگر، پوشش زرهی بدن آنکیلوسورها تقریباً تمام پشت حیوان را می‌پوشاند. آنکیلوسورها چهار پا بودند و بدنی سنگین داشتند. حتی مفصل لگن و ران که در همه دایناسورها باز بود، برای تحمل وزن زیاد آنکیلوسورها، مجدداً بسته شده بود. برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های آنکیلوسورها متصل شدن استخوان‌های پوستی به مجمله، وجود حلقه‌هایی از استخوان‌های پوستی دور گردن و شانه‌ها، استخوان‌های پوستی بسیار ضخیم برای حفاظت بدن، و عریض شدن شکم و لگن آن‌هاست. تیان‌چیاوروس^۲ یکی از ابتدایی‌ترین آنکیلوسورهای شناخته شده است. آثار به دست آمده از تیان‌چیاوروس بسیار ناقص و خردشده‌اند اما به هر حال وجود این آنکیلوسور در چین نشان می‌دهد که احتمالاً آنکیلوسورها نیز مانند استیگوسورها برای نخستین بار در آسیا ظاهر شده‌اند. نمونه بهتری که از آنکیلوسورهای ابتدایی می‌شناسیم، مین‌می^۳ نام دارد. مین‌می در کرتاسه پایینی در استرالیا زندگی می‌کرد. بقیه آنکیلوسورها در سه خانواده بزرگ رده‌بندی می‌شدند. از این میان، مسیر تکامل نودوسوریدها^۴ احتمالاً زودتر از دو خانواده دیگر آنکیلوسورها جدا شد؛ زیرا شباهت‌های میان دو خانواده دیگر، یعنی پولاکانتیدها^۵ و آنکیلوسوریدها^۶، بیشتر است. با وجود این اثر قابل اطمینانی از نودوسوریدها در دوره ژوراسیک و اوایل دوره کرتاسه نمی‌شناسیم. پاهای نودوسوریدها از دیگر آنکیلوسورها اندکی بلندتر است. آن‌ها از سرشاخه‌های کم‌ارتفاع تغذیه می‌کرده و در زمان مواجهه با خطر، روی شکم می‌خوابیده‌اند. بدین ترتیب و با

دو سوروبلتای^۷ تر از خانواده نودوسوریدها مشغول عرض اندام برای کنار زدن رقیب هستند!



سورولتا

این نودوسورید ۷ متری حدود ۱۱۵ میلیون سال پیش در شرق آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. پوشش زرهی نودوسوریدها اغلب از صفحات زرهی و دکمه‌های کوچک و چند خار بزرگ روی گردن تشکیل می‌شد. جمجمه آن‌ها نیز باریک و کشیده بود.

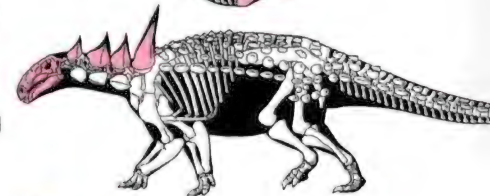
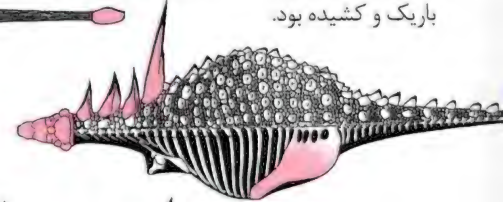


گاستونیا

این پولاکانتید ۶ متری، ۱۲۵-۱۳۰ میلیون سال پیش در شرق آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. پولاکانتیدها خارهای بزرگی در دو طرف بدن و صفحات و دکمه‌های کوچک پراکنده در سطح بدن داشتند. جمجمه پولاکانتیدها بیشتر به آنکیلوسوریدها شبیه بود اما کمتر زره پوش شده بود.

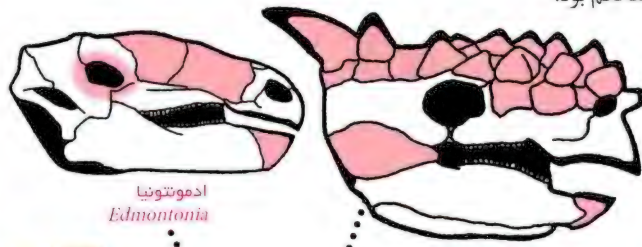
پیناکوسورس

نمونه‌های زیادی، از جمله جوجه‌های کوچک این دایناسور در مغولستان کشف شده‌اند. این آنکیلوسورید ۵ متری حدود ۸۰ میلیون سال پیش در آسیا زندگی می‌کرد. به لگن پهن، شکم عریض و همین‌طور گرز انتهای دم آن توجه کنید. جمجمه آنکیلوسوریدها پهن و بسیار مستحکم بود.



جمجمه سایچانیا

این آنکیلوسورید ۷ متری، ۷۰-۸۵ میلیون سال پیش در مغولستان زندگی می‌کرد و جمجمه‌اش نمونه خوبی برای درک «زره پوش بودن» آنکیلوسورهاست. همه حفره‌های جمجمه‌ای که در آرکوسورها دیگر دیده می‌شوند، در آنکیلوسورها بسته شده است و استخوان‌های پوستی به جمجمه جوش خورده‌اند.

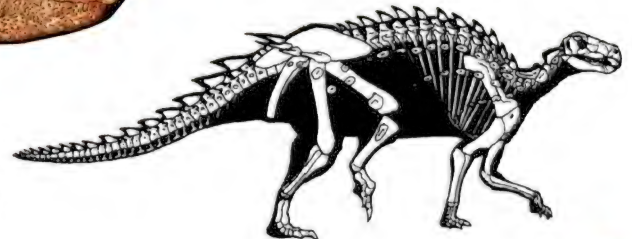
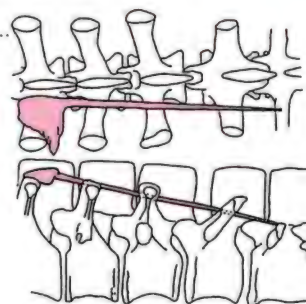
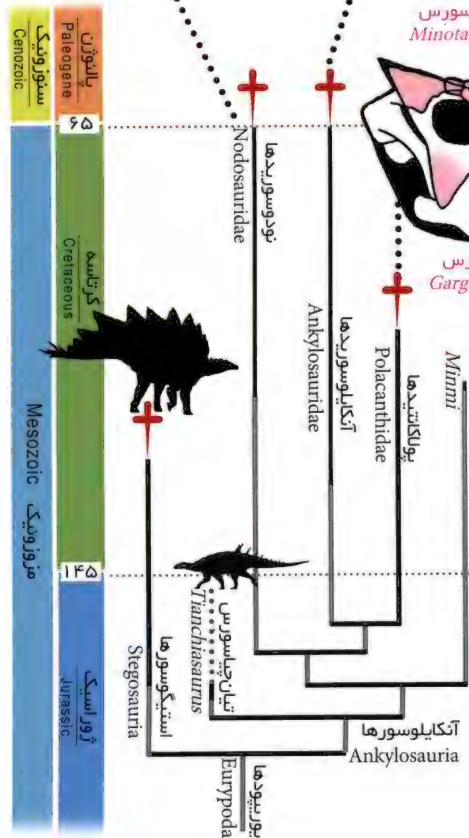
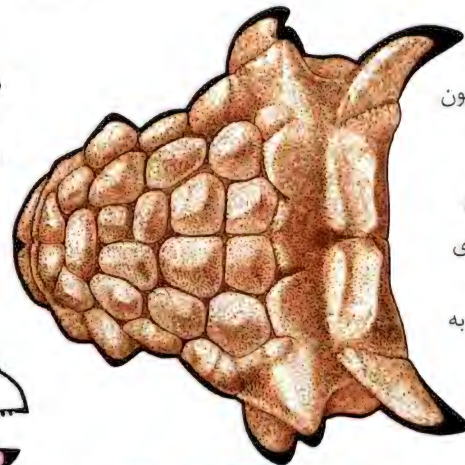


ادمونتونیا
Edmontonia

مینوتاوروسورس
Minotaurasaurus

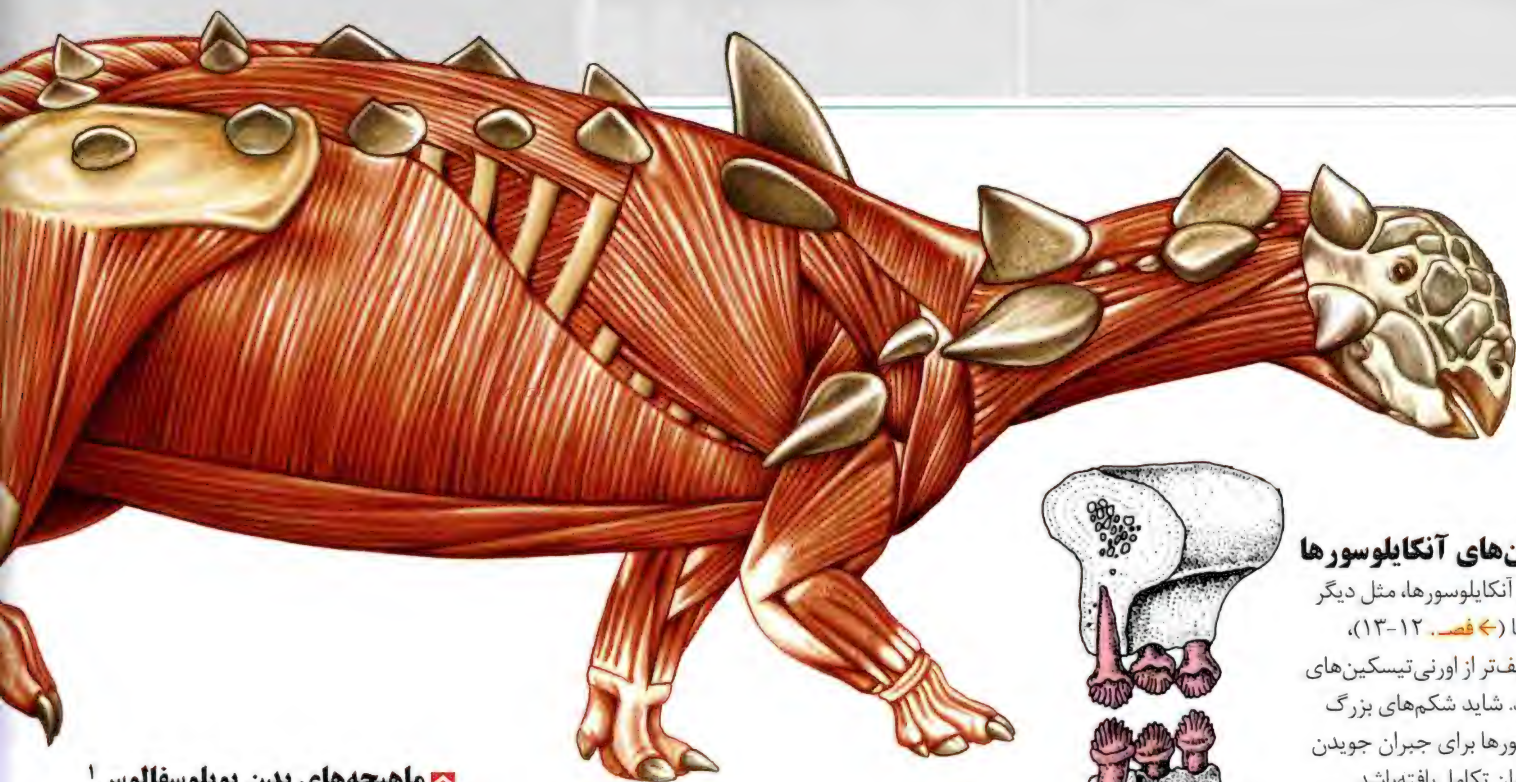


گارگویلیوسورس
Gargoyleosaurus



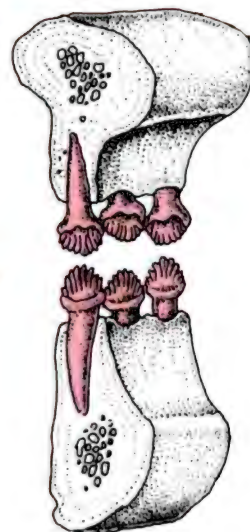
مین می

یکی از ابتدایی‌ترین آنکیلوسورهای شناخته شده با دو متر طول، حدود ۱۲۰ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش در شرق استرالیا زندگی می‌کرد. مهره‌های این دایناسور دارای ساختارهای جانی استخوانی شده عجیبی بودند که به موازات مهره‌ها امتداد داشتند.



دندان‌های آنکیلوسورها

دندان‌های آنکیلوسورها، مثل دیگر تایرپوفورها (فصل ۱۲-۱۳)، نسبتاً ضعیف‌تر از اورنی‌تیسکین‌های دیگر بودند. شاید شکم‌های بزرگ این دایناسورها برای جبران جویدن ناقص گیاهان تکامل یافته باشد.



ماهیه‌های بدن یوپلوسفالوس^۱

پاهای کوتاه آنکیلوسوریدها برای دویدن مناسب نبودند. البته آنکیلوسورها به دویدن نیازی هم نداشتند. قدرت ماهیه‌های آن‌ها برای حمل زره استخوانی سنگینی که از آن‌ها به خوبی محافظت می‌کرد، کافی بود. شاید قوی‌ترین ماهیه‌ها در دم آن‌ها قرار داشت که به گریزی خردکننده تبدیل شده بود. این گرز به راحتی می‌توانست استخوان‌های پای غول‌پیکرترین مزاحمان را هم خرد کند. یوپلوسفالوس با ۵ متر طول، حدود ۷۰ میلیون سال پیش در غرب آمریکای شمالی زندگی می‌کرد.



شیوه‌های دفاع در دایناسورها



بیشتر چیزهایی که

به‌عنوان ساختارهای «دفاعی» در مهره‌داران، به‌ویژه دایناسورها و پستانداران، می‌شناسیم، به‌هیچ‌وجه برای دفاع تکامل نیافته‌اند (فصل ۲۱).

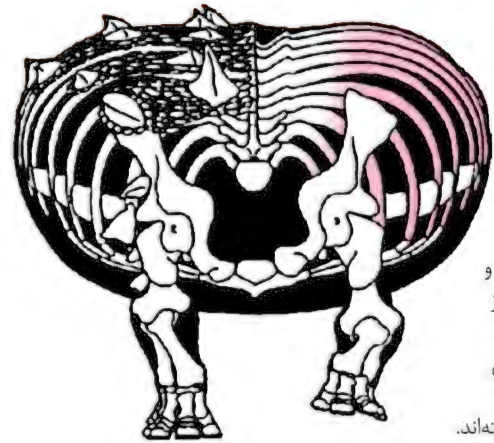
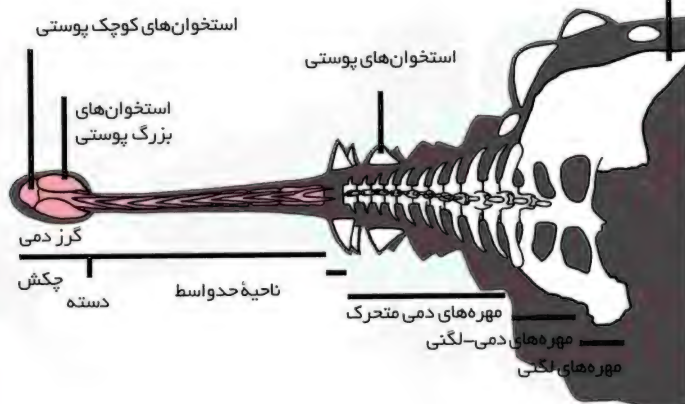
دفاع در دایناسورها به دو گونه فعال و غیرفعال دیده می‌شود. چنگ‌زدن و دندان‌کشیدن گوشت‌خوارانی مثل گربه یا شاخ‌زدن در کرگدن‌ها دفاع فعال، و خارهای جوجه‌تیغی دفاع غیرفعال شناخته می‌شود. دفاع به وسیله استخوان‌های پوستی در تایریوفورهای ابتدایی نیز نمونه‌ای از دفاع غیرفعال است؛ درحالی که خارهای انتهای دم استیگوسورها نمونه بسیار خوبی از دفاع فعال به حساب می‌آید.

آنکایلوپسوریدها برای دفاع فعال شیوه‌ای ابداع کرده بودند که لریزه به اندام هر حیوانی می‌افکند.

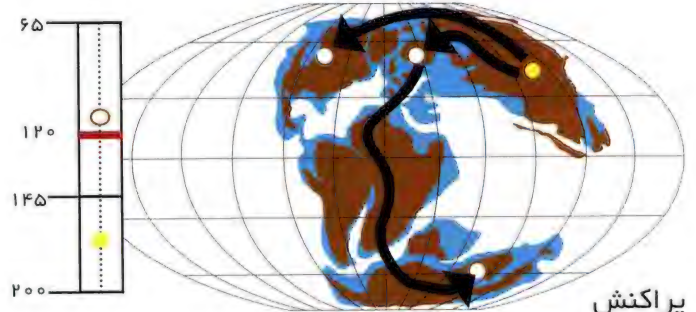
ساختار دم در آنکایلوپسوریدها به‌گونه‌ای تکامل یافته بود که بیشترین ضربه را به حیوان مهاجم وارد می‌کرد. قسمت ابتدای دم شامل مهره‌هایی متحرک با زوائد جانبی عریض بودند که به ماهیچه‌های بسیار پر قدرتی متصل می‌شدند اما مهره‌های انتهایی دم زوائد جانبی کشیده‌ای به سمت مهره‌های پیشین داشتند و این امر باعث استحکام و کوبندگی دم می‌شد. انتهای دم نیز از دو دسته استخوان‌های پوستی بزرگ و گوی‌مانند پوشیده شده بود که قدرت و موفقیت ضربات دم را دوچندان می‌کرد. بافت اسفنجی استخوان‌های ته دم نشان می‌دهد که واقعاً از آن برای ضربه‌زدن استفاده می‌شده است. ضربه دم آنکایلوپسوریدها درست مثل ضربه یک گرز سنگین بوده است.

آخرین نکته‌ای که ممکن است هنوز در ذهن برخی زیست‌شناسان وجود داشته باشد، در مورد این احتمال است که کوبیدن ضربه با دم به تنه درختان، شاید بخشی از مراسم جفت‌یابی و رقابت بر سر جفت در میان این دایناسورها بوده است. به‌نظر شما، آیا برای بررسی درستی یا نادرستی این فرض راهی وجود دارد؟

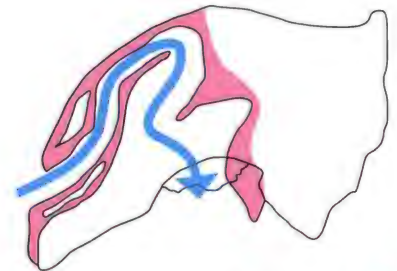
استخوان
تهی‌گاهی



شکم‌های عریض و دنده‌های پهن یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آنکایلوپسورها بود. این دایناسورها احتمالاً روده‌هایی بزرگ داشته‌اند.



پراکنش
آنکایلوپسورها



مجرای پیچیده هوا در بینی آنکایلوپسوریدها؛ حس بویایی این دایناسورها بسیار قوی بود.



اورنیتوپودها گاوهای دوبا

اورنیتوپودها^۱ یکی از مهم ترین گروه های گیاه خواران ژوراسیک بالایی و کرتاسه بودند. ظاهر نخستین اورنیتوپودها شبیه به اورنی تیسکین های اولیه بود: دوندگان یکی دو متری و تیزپا، اما اندک اندک جثه آن ها بزرگ و بزرگ تر شد و ظاهری درشت تر و زمخت تر پیدا کردند. در این فصل به نخستین اورنیتوپودها نگاهی می اندازیم و در دو فصل آینده نیز به سراغ اورنیتوپودهای پیشرفته تر می رویم.

اورنیتوپودها در تاریخ دایناسورشناسی

دارند که اورنیتوپودها را از هترودونتوسوریفورم ها نیز جدا می کنند. مهم ترین این ویژگی ها، پیدایش یک مفصل متحرک میان استخوان آرواره بالا و استخوان گونه است؛ به طوری که در هنگام جویدن غذا، آرواره بالایی اندکی به دوطرف باز می شود و برای آرواره پایینی جا باز می کند تا سطح دندان های آرواره پایینی، به سطح داخلی دندان های بالایی ساییده شود (← فصل ۱۷).

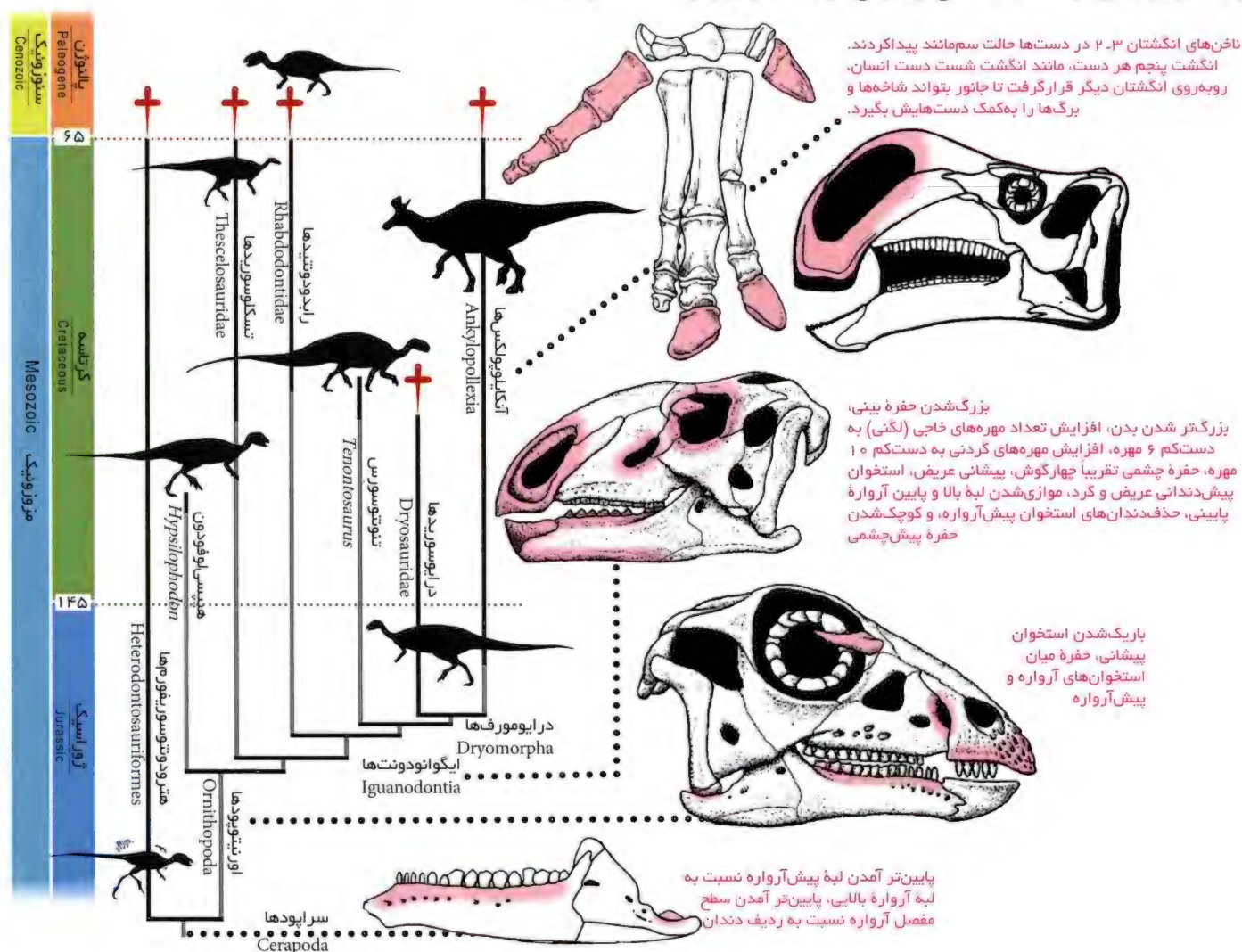
تکامل اورنیتوپودها

از اورنیتوپودهای ابتدایی، مانند هیپسی لوفودون^۲، تا پیشرفته ترین نمونه ها، یعنی نوکاردکی ها (← فصل ۱۷)، سیری تکاملی به سمت بزرگ شدن بدن، کشیده شدن و قوی شدن جمجمه، و قوی شدن دست ها برای تحمل وزن بدن وجود دارد. اگر به درخت تکاملی این فصل و مطالب دو فصل آینده نگاه کنید، بهتر متوجه این روند خواهید شد.

اورنیتوپود، یعنی «پا پرنده ای»! این نام علمی هم، مثل اورنی تیسکین (لگن پرنده ای)، در زمانی گذاشته شده که هنوز اطلاعات زیادی در مورد دایناسورها موجود نبوده است. با شناسایی بهتر و بیشتر دایناسورها، دیدیم که پاهای این گروه از دایناسورها اتفاقاً به پستانداران شبیه تر است تا به پرندگان اما نام های علمی را به هیچ وجه نمی توان تغییر داد. بنابراین، نام اورنیتوپودها، جدا از معنای آن، برای همیشه یادآور دایناسورهایی ست که به غزال ها، گاوها، بزها و شترهای امروزی بسیار شبیه بودند؛ البته بیشتر از لحاظ بوم شناسی و شیوه زندگی.

ویژگی های جمجمه اورنیتوپودها

در سر اپودها^۳ (اورنیتوپودها و هترودونتوسوریفورم ها^۴)، لبه پایینی استخوان پیش آرواره اندکی پایین تر از لبه استخوان آرواره قرار گرفته است. این ویژگی به جانور در چیدن سرشاخه ها کمک می کرد. برخی جزئیات دیگر نیز وجود





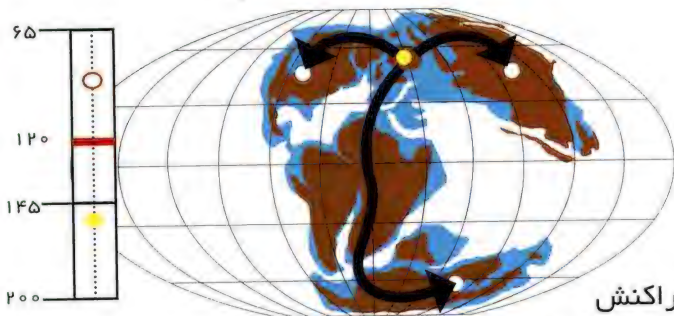
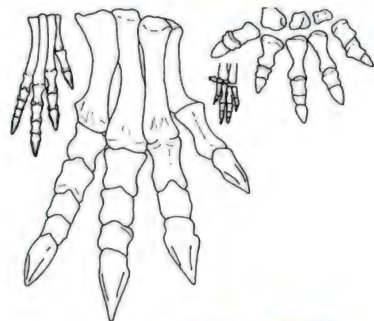
❏ **جمع‌ها و دندان‌های هیپسی‌لوفودون**

استخوان پیش‌دندانی در قسمت پیشین آرواره پایین و منقار شاخی، که هم روی این استخوان و هم جلوی آرواره بالا را می‌پوشاند، برای چیدن برگ‌ها مناسب بودند. دندان‌های این دایناسور نیز برای خرد کردن مواد گیاهی تکامل یافته بودند؛ به این ترتیب که میانی دندان تنها در یک سمت وجود داشت و بنابراین، فرسایش موجب خورده شدن یک سمت دندان بیش از طرف دیگر می‌شد و بنابراین دندان همیشه تیز و لبه‌دار باقی می‌ماند. به هیپسی‌لوفودون غزال دنیای دایناسورها می‌گویند. هیپسی‌لوفودون ۱۳۰-۱۲۵ میلیون سال پیش در غرب اروپا زندگی می‌کرد.

❏ **دست‌ها و پاهای هیپسی‌لوفودون و تنوتوسورس^۵**

در این تصویر چهار دست و پا می‌بینید؛ دوتای بزرگ‌تر دست و پای تنوتوسورس، و دو تای کوچک‌تر دست‌وپای هیپسی‌لوفودون هستند. پاها چهار انگشت و دست‌ها پنج انگشت دارند.

هر چهار انگشت در پاها به سمت جلو بودند و وزن حیوان را تحمل می‌کردند. پای باریک و نازک هیپسی‌لوفودون برای دویدن مناسب بوده است. دست کوچک هیپسی‌لوفودون هم برای حرکت در روی زمین ساخته نشده بود اما برعکس پای تنوتوسورس پهن و بزرگ بود و برای تحمل وزن زیاد این دایناسور تکامل یافته بود. دست تنوتوسورس نیز گرچه سم نداشت، برای راه رفتن روی چهار دست‌وپا مناسب شده بود.



پراکنش
اورنیتوپودها

❏ **موتابوراسورس^۶ و لیلیناسور^۷**

این دو اورنیتوپود استرالیایی تقریباً ۱۱۲-۱۰۰ میلیون سال پیش در استرالیا زندگی می‌کردند. موتابوراسورس، مثل تنوتوسورس، جزء ایگوانودونت‌ها بود؛ جثه بزرگ ۹ متری و سنگین و بینی بزرگش که برای ماغ کشیدن به کار می‌رفت، به راحتی جایگاه تکاملی او را مشخص می‌کنند.

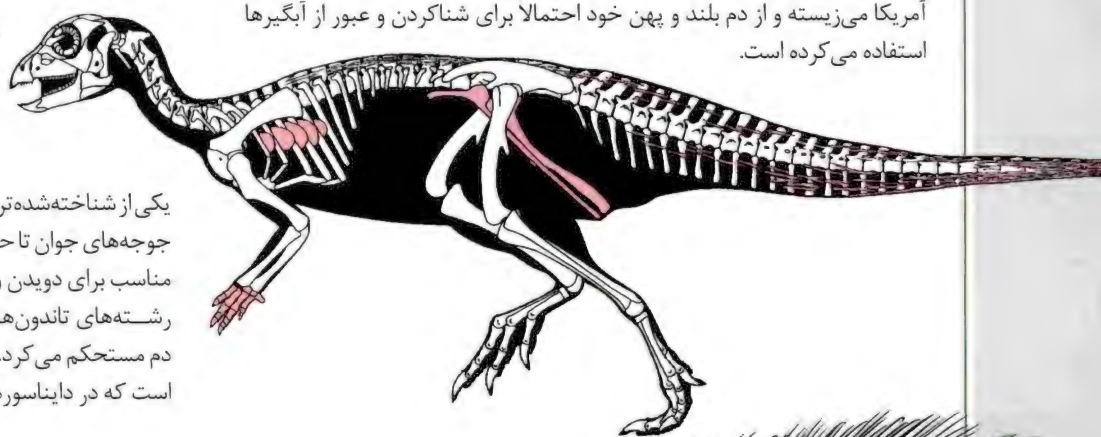
لیلیناسورا، اورنیتوپودی کوچک (۹۰ سانتی‌متر) با دمی بسیار بلند بود. چشم‌ها و بخش بینایی مغز این دایناسور بسیار بزرگ بود و همین ویژگی، نشان‌دهنده قدرت بینایی این دایناسور است (❏ فصل ۴۴). در آن زمان، استرالیا در نزدیکی مدار قطبی جنوب، شب‌های طولانی و احتمالاً زمستان‌های بسیار سردی داشته است. لیلیناسورا در این زمستان‌ها بیشتر می‌خوابید و با دم بلند و سنجاب‌مانندش خود را گرم‌نگه می‌داشت.





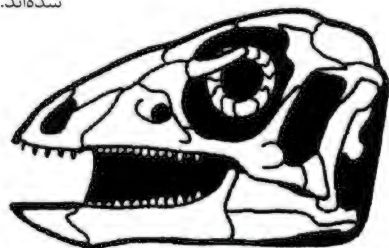
« تنوتوسورسی

این اورنیتومیومد ۷ متری ۱۱۰ تا ۱۱۸ میلیون سال پیش در صحراها و مناطق ساحلی آمریکا می‌زیسته و از دم بلند و پهن خود احتمالاً برای شنا کردن و عبور از آبگیرها استفاده می‌کرده است.



» هیپسی لوفودون

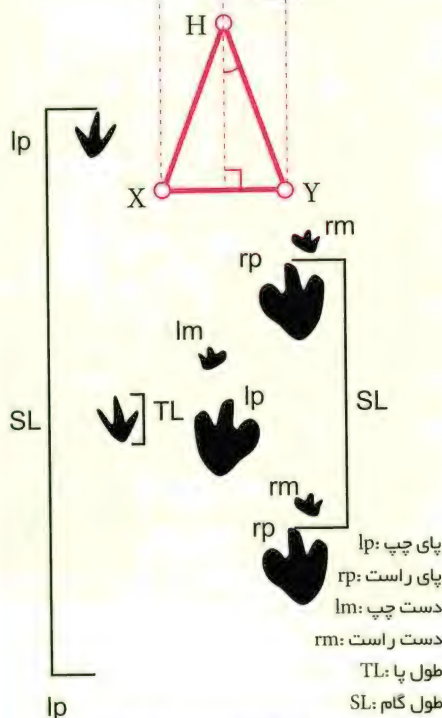
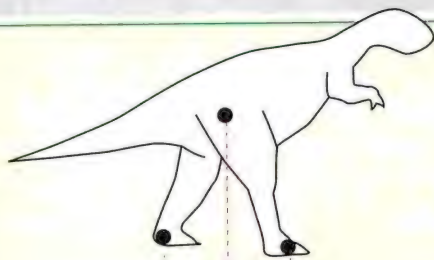
یکی از شناخته‌شده‌ترین اورنیتومیومدهای اولیه است که تعداد زیادی از اسکلت‌هایش، از جوجه‌های جوان تا حیوانات بالغ، در انگلیس پیدا شده است. اسکلت هیپسی لوفودون مناسب برای دویدن و چریدن ساخته شده بود. مثل اغلب اورنی تیسکین‌های دیگر، رشته‌های تاندون‌های نیمه استخوانی، مهره‌های این دایناسور را به‌ویژه در ناحیه دم مستحکم می‌کرد. زوائد روی دنده‌های این دایناسور، یادآور ساختارهای مشابهی است که در دایناسورهای گوشت‌خوار و پرندگان امروزی، برای کمک به تنفس پیدا شده‌اند.



» تسکلوسوریدهای حفار

این دایناسور در حدود ۷۰-۸۶ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. کوریانوسورس^۱ جزء خانواده تسکلوسوریدها^۲ بود. برخی از تسکلوسوریدها مثل کوریانوسورس حفارهایی بودند که لانه‌هایی شبیه لانه خرگوش در خاک حفر می‌کردند. آرودرومیوس^۳ تسکلوسورید حفار دیگری بود که ۷۲-۸۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. این تسکلوسوریدها حدود ۲ متر طول داشتند و وزنشان به زحمت به ۱۰۰ کیلوگرم می‌رسید. در بالا جمجمه آرودرومیوس را می‌بینید.





ردپای دو نمونه دایناسور: سمت چپ یک دایناسور گوشتخوار و سمت راست یک اورنیتومید.

چگونه از روی ردپاهای دایناسورها، می‌توانیم سرعت دویدن آن‌ها را تخمین بزنیم؟

با مشاهده و اندازه‌گیری سرعت گام برداشتن و بررسی نسبت طول گام و ارتفاع پا در پستانداران و پرندگان امروزی، می‌توان به‌طور تخمینی، رابطه سرعت دایناسورها و ردپاهای بازمانده از آن‌ها را به‌دست آورد. خوشبختانه این بررسی سال‌ها پیش انجام شده و بیوفیزیک‌دان - جانورشناسی به نام رابرت مک‌نیل الکساندر^۴ محاسبات این تخمین را برای ما ساده کرده است. ما برای محاسبه سرعت حرکت یک دایناسور، در زمانی که مشغول به‌جا گذاشتن یک ردپا بوده است، به دو عدد احتیاج داریم: ارتفاع پا (از زمین تا مفصل لگن) و طول گام. برای به‌دست آوردن ارتفاع پا دو شیوه وجود دارد. (۱) شیوه هندسی: یک دایناسور فرضی را که تنها ردپای او برای ما باقی مانده است، در نظر می‌گیریم. فاصله میان دو جای پا، معادل فاصله دو نقطه X و Y است و H برابر ارتفاع لگن از زمین. معمولاً در مورد هر ردپا میزان H را باید با توجه به آثار پاها تخمین زد. بنابراین، اغلب به‌سرعت راه دوم می‌روند. (۲) راه دوم خیلی ساده (بر اساس مشاهدات قبلی و تعمیم نتایج آن‌ها) ارتفاع پا را از چهار برابر کردن طول اثر یک پا (TL) به‌دست می‌آورند. به‌دست آوردن طول گام نیز به سادگی آب‌خوردن است! کافی است از نوک ناخن اثر پای چپ (یا راست) تا نوک ناخن اثر بعدی همان پا را اندازه‌گیری کنیم تا طول گام (SL) به‌دست آید. اگر طول گام را (SL) به ارتفاع پا (H=TL×۴) تقسیم کنیم، «طول نسبی گام» (RSL) به‌دست می‌آید. بر اساس طول نسبی گام می‌توان به سرعت بدون بُعد دست یافت. سرعت بدون بُعد، نشان‌دهنده سرعت نسبی یک جانور نسبت به اندازه بدنش است؛ مثلاً سرعت دویدن یک موش بسیار کمتر از یک پستاندار بزرگ‌تر، مثل اسب، است اما در حقیقت، سرعت بدون بُعد آن‌ها با هم برابر است. برای به‌دست آوردن سرعت نسبی، از این فرمول استفاده می‌کنیم:

$$DS = (RSL - 1) \div 1/1$$

به عبارت دیگر:

$$RSL = 1/1 \times DS + 1$$

با محاسبه RSL و داشتن ارتفاع پا می‌توان به سرعت واقعی حیوان پی برد:

$$\text{سرعت} = (\text{طول پا} \times \text{شتاب جاذبه}) \times DS$$

در این جا شتاب جاذبه زمین برابر ۹/۸ متر بر مجذور ثانیه محاسبه شده است. سرعتی که طبق این فرمول به‌دست می‌آید، دارای واحد متر بر ثانیه است. کافی است این عدد را در ۳/۶ ضرب کنید تا سرعت با واحد کیلومتر در ساعت به‌دست آید. کل این محاسبات را می‌توان در چنین فرمولی خلاصه کرد:

$$\text{سرعت} = ۰/۲۵ \times \text{شتاب جاذبه} \times \sqrt[1/۲۷]{\text{طول گام}} \times \sqrt[1/۱۷]{\text{ارتفاع پا}}$$



توجه کنید که ۱. ردپای دایناسورها فقط بازگوکننده سرعت آن‌ها در هنگام به‌جا گذاشتن ردپاها است و ۲. ممکن است بیشینه سرعت آن دایناسور خیلی بیشتر باشد. نکته بعدی این است که دایناسورهای گول‌پیکری مثل تیرانوسورس احتمالاً توانایی دویدن نداشته‌اند (به دلیل وزن بسیار زیاد) و مثل فیل‌ها، در زمانی که به سرعت نیاز داشته‌اند، خیلی سریع «راه می‌رفته‌اند».



سرعت محاسبه شده چند نمونه از دایناسورها

اورنیتومیدها (فصل ۳۸) تا ۶۰ کیلومتر در ساعت سرعت می‌گرفتند

دایناسورهای گوشتخوار کوچک (فصل ۳۹-۴۵) و اورنیتومیدهای کوچک (فصل ۱۵) با سرعت ۴۰ کیلومتر در ساعت می‌دویدند

سوروپودهای گول‌پیکر (فصل ۲۵-۲۸) با سرعت ۱۷-۱۲ کیلومتر در ساعت راه می‌رفتند و می‌توانستند با همین قدم‌زدن تا سرعت ۳۰-۲۰ کیلومتر در ساعت بگیرند

دایناسورهای شاخ‌دار (فصل ۲۱) تا ۲۵ کیلومتر در ساعت چهارنعل می‌تاختند

دایناسورهای گوشتخوار بزرگ و اورنیتومیدهای بزرگ با سرعت ۲۰ کیلومتر در ساعت راه می‌رفتند (نمی‌دویدند)

سرعت استگوسورها و آنکایلوپسورها (فصل ۱۳ و ۱۴) ۸-۶ کیلومتر در ساعت بود

سوروپود مورف‌های کوچک (فصل ۵) با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کردند

مرز سرعت دویدن انسان حدود ۲۳ کیلومتر در ساعت است

آنکایلوپولکس‌ها شترهای جنگلی

آنکایلوپولکس‌ها^۱ اورنیتومورف‌های نسبتاً بزرگی بودند که نخستین بار در آمریکای شمالی و اروپا ظاهر شدند و سپس در بقیه نقاط دنیا پراکنده شدند. دست‌های آن‌ها مثل چاقوهای سوییسی به اندام‌هایی همه‌کاره تبدیل شده بود: انگشت پنجم که معمولاً در مهره‌داران، کوچک و جانبی است، در این اورنیتومورف‌ها در مقابل دیگر انگشتان قرار گرفته بود و مثل انگشت شست انسان عمل می‌کرد. آنکایلوپولکس‌ها از این انگشت برای کندن شاخ و برگ درختان استفاده می‌کردند. انگشت‌های دوم تا پنجم دارای سم شده بود؛ زیرا این حیوانات اغلب روی چهارپا راه می‌رفتند. انگشت نخست هم به ناخن خارمانند بزرگ و ثابتی مجهز بود که از آن برای دفاع، جنگیدن با شکارچی‌ها یا کندن شاخ و برگ‌ها استفاده می‌شد. آنکایلوپولکس‌ها گیاه‌خواران بسیار موفق بودند. گروهی از آن‌ها، که دارای دهان و منقارهای پهن و دستانی بدون انگشت نخست خارمانند بودند در کر تاسه بالایی ظاهر شدند. این اورنیتومورف‌ها، متنوع‌ترین خانواده دایناسورها - البته به استثنای پرندگان! - یعنی دایناسورهای نوک اردکی بودند که در فصل آینده با آن‌ها آشنا می‌شویم.

دست‌هایی به سبک چاقوهای سوییسی!

در آنکایلوپولکس‌ها، انگشت نخست دست (انگشت شست) به مرور یک‌تکه و بزرگ شد و ناخن بزرگ روی آن رشد کرد. انگشتان دوم و سوم و چهارم دارای سم شدند که برای تحمل وزن بدن هنگام راه رفتن روی چهارپا تکامل یافته بود. انگشت پنجم (انگشت کوچک) هم نقش انگشت شست در انسان را به عهده گرفت؛ یعنی، روبه‌روی انگشتان دیگر قرار گرفت تا به این دایناسورها اجازه دهد برگ‌ها و شاخه‌ها را به سمت خود بکشند.

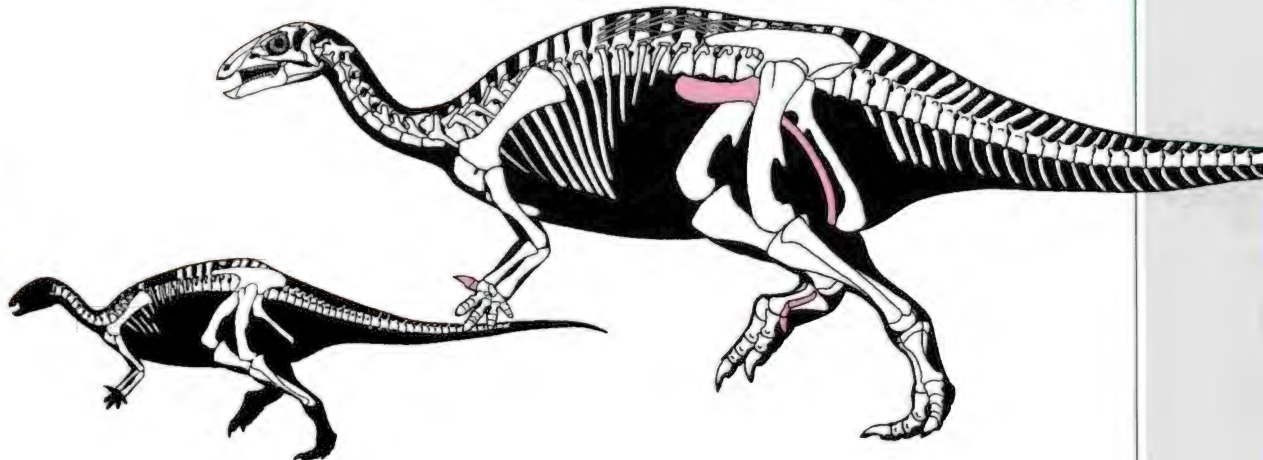
کامپتوسورس^۲ و جوجه‌اش

یکی از ابتدایی‌ترین آنکایلوپولکس‌ها، این اورنیتومورف ۴-۵ متری بود. کامپتوسورس تقریباً ۵۰۰ کیلوگرم وزن داشت. این اورنیتومورف ۱۵۵ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در شرق آمریکای شمالی زندگی می‌کرده است. انگشت نخست پا که در آنکایلوپولکس‌های بعدی حذف شده بود نیز هنوز به صورت زائده‌ای کوچک در کنار سه انگشت دیگر آن دیده می‌شود. در آنکایلوپولکس‌های بعدی سر ساختمان مستحکم‌تری پیدا می‌کند.



سلاحی برای دفاع

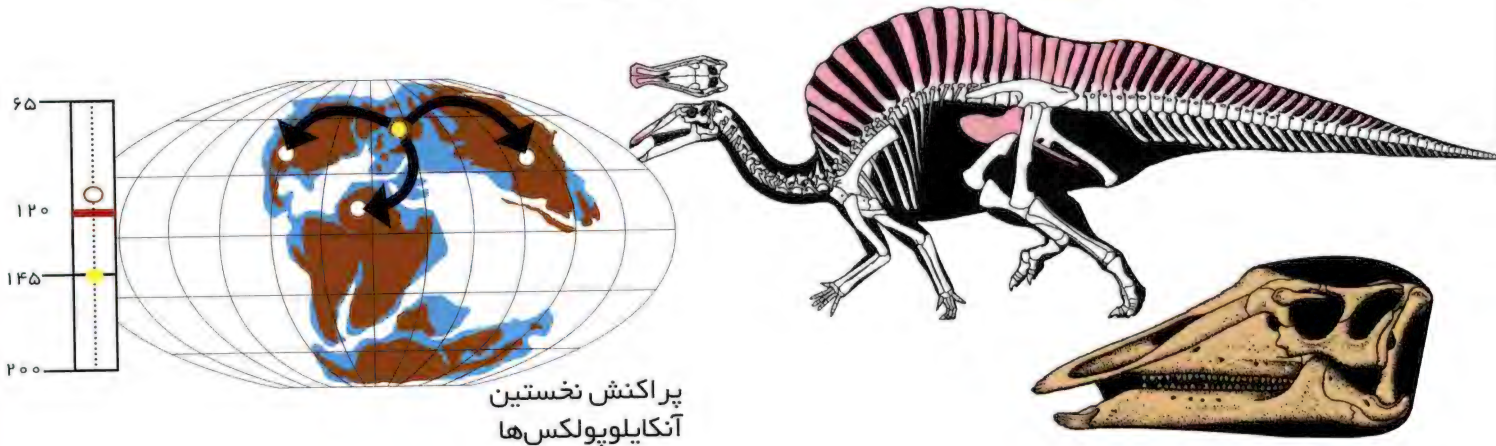
در بسیاری از دایناسورهای گیاه‌خوار، اندام‌هایی برای دفاع تکامل یافتند. ممکن است شست خاردار آنکایلوپولکس‌ها نیز وسیله‌ای دفاعی بوده باشد (فصل ۱۴ و ۲۴)؛ هم‌چنین ممکن است نرها از این خارها برای جنگیدن با یکدیگر در هنگام رقابت‌های جفت‌یابی استفاده می‌کرده‌اند (فصل ۲۱).



تکامل آنکیلوپولکس‌ها

در آنکیلوپولکس‌های بعدی جمجمه، بدن و دست‌ها به تدریج قوی‌تر، مستحکم‌تر و بزرگ‌تر شدند؛ به‌طوری‌که یک روند کلی تکامل به سمت اندازه‌های بزرگ و بدن‌های قوی‌تر را در این دایناسورها می‌توان مشاهده کرد. در همین فصل، پیرامون روندهای تکاملی و پدیده‌هایی از این دست، بیشتر صحبت خواهیم کرد. در انواع بعد از کامپتوسورس، برای مثال در ایگوانودون^۶، ماهیچه‌های حرکت‌دهنده دست و بازو قدرت بسیار بیشتری دارند. استخوان جناغ، که یکی از محل‌های اتصال ماهیچه‌های بازو است، در این دایناسورها قوی و بزرگ‌تر از کامپتوسورس و اورنیتومورف‌های پیشین است. سرهای این دایناسورها نیز از اورنیتومورف‌های قبلی بزرگ‌تر شده و به‌ویژه حفره بینی (که احتمالا وسیله تولید صدا و ماغ کشیدن آن‌ها بوده) در اغلب آن‌ها بسیار بزرگ است. آلتیراینوس^۷ با دماغ بسیار بزرگش مثال خوبی از این دایناسورهای ماغ کش است.

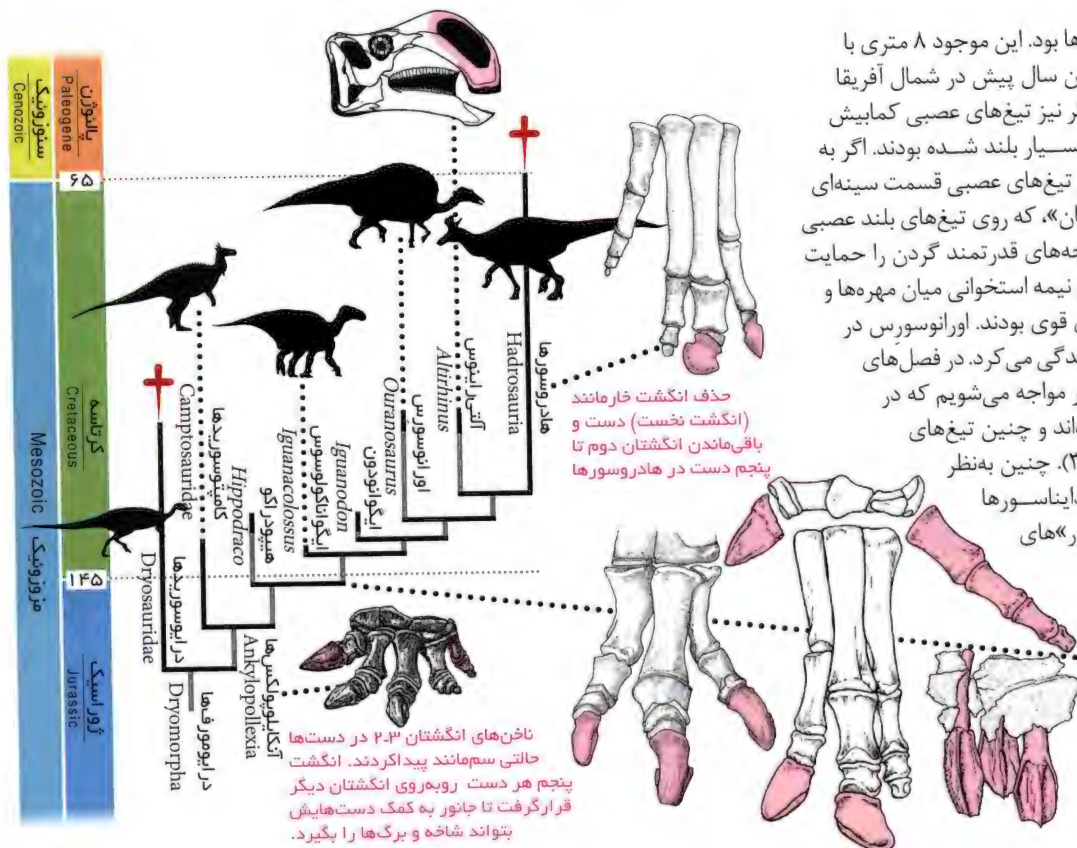
کامپتوسوریدها^۳ نخستین و ابتدایی‌ترین گروه از اورنیتومورف‌هایی بودند که به‌خاطر وجود انگشت شست خارمانند از اورنیتومورف‌های قبلی متمایز می‌شدند. در کامپتوسورس، ساختار بدن و اسکلت کمابیش شبیه به اورنیتومورف‌های پیشین، مثل درایوسوریدها^۴ و تنونتوسورس^۵ (فصل ۱۵) بود اما انگشت نخست دست دارای ناخنی بزرگ شده بود که شاید وسیله دفاعی یا ابزار مبارزه در هنگام انتخاب جفت بوده است. این اورنیتومورف‌ها در آمریکای شمالی و اروپا گسترش یافتند و نسل‌های بعدی آن‌ها نیز در آسیا، آمریکای شمالی، اروپا و حتی آفریقا به گروهی از موفق‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوار تبدیل شدند. پراکنش و موفقیت آنکیلوپولکس‌ها و بسیاری از گروه‌های دیگر دایناسورهای گیاه‌خوار هم‌زمان با پیدایش و گسترش گیاهان گل‌دار بود. برخی دانشمندان عقیده دارند که تکامل این دایناسورها و گیاهان گل‌دار تا حد زیادی وابسته به هم بوده است (فصل ۲۰).



پراکنش نخستین آنکیلوپولکس‌ها

اسکلت اورانوسورس^۸

اورانوسورس یکی از عجیب‌ترین اورنیتومورف‌ها بود. این موجود ۸ متری با جثه دو تنی‌اش در حدود ۱۲۰-۱۱۲ میلیون سال پیش در شمال آفریقا زندگی می‌کرد. در آنکیلوپولکس‌های دیگر نیز تیغ‌های عصبی کمابیش بلند بودند اما در اورانوسورس، این تیغ‌ها بسیار بلند شده بودند. اگر به حیوانات امروزی نگاه کنیم، وضع مشابهی در تیغ‌های عصبی قسمت سینه‌های گاومیش‌های کوهان‌دار می‌بینیم. این «کوهان»، که روی تیغ‌های بلند عصبی تشکیل شده است، در گاومیش‌ها ماهیچه‌های قدرتمند گردن را حمایت می‌کند. در اورنیتومورف‌ها نیز رباط‌های محکم نیمه استخوانی میان مهره‌ها و تیغ‌های عصبی، حاکی از وجود ماهیچه‌های قوی بودند. اورانوسورس در جلگه‌های گرمسیر و شرجی ساحلی آفریقا زندگی می‌کرد. در فصل‌های آینده با دو دایناسور بزرگ از گروه‌هایی دیگر مواجه می‌شویم که در آفریقا و آمریکای جنوبی زندگی می‌کرده‌اند و چنین تیغ‌های عصبی بلندی داشته‌اند (فصل ۲۶، ۳۴). چنین به‌نظر می‌رسد که تخلیه و تبادل گرما برای این دایناسورها آن‌قدر مهم بوده که به تکامل این «رادیاتور»های غول‌پیکر منجر شده است.



ماهیچه‌های بدن ایگوانودون

ایگوانودون با ۱۳ متر طول و وزن یک فیل بالغ (۳/۲ تن)، یکی از درشت‌هیکل‌ترین اورنیتومورفا بود که ۱۲۰-۱۳۰ میلیون سال پیش در اروپا می‌زیست. ماهیچه‌های پا و دست این دایناسور هم برای تحمل وزن زیاد، و هم برای حرکت سریع تکامل یافته بودند. برخلاف فیل‌ها، ایگوانودون می‌توانست بدود، آن هم روی دو پای عقب!

ایگوانودون از سرشاخه‌های گیاهان بازدانه (مثل سرو و کاج) با ارتفاع یک تا چند متری تغذیه می‌کرد.



جمجمه دولودون^۱

دولودون یکی از خویشاوندان نزدیک ایگوانودون بود. این دایناسور ۶ متری که وزنش به اندازه یک کرگدن یعنی تقریباً ۱/۱ تن بود، هم‌زمان با ایگوانودون در غرب اروپا زندگی می‌کرد. جمجمه دولودون از اغلب آنکیلوپولکس‌ها سبک‌تر و کشیده‌تر بود. بنابراین، احتمالاً نوع گیاهانی که غذای این دایناسور را تشکیل می‌داده‌اند، با ایگوانودون متفاوت بوده است. اگر به جمجمه مستحکم و بزرگ ایگوانودون، جمجمه لاغر و کشیده دولودون، و جمجمه پهن اورانوسور^۳ نگاهی بیندازیم، متوجه اختلاف نوع غذای آن‌ها می‌شویم.



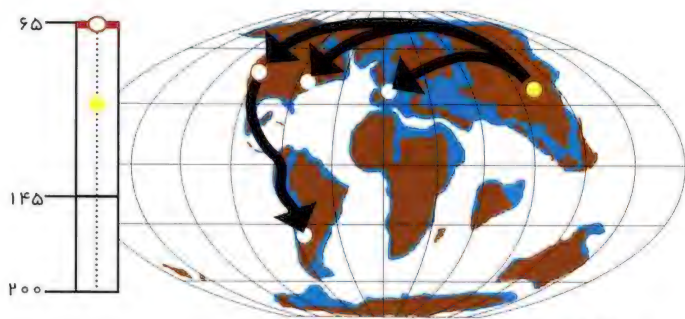
آنکیلوپولکس‌های کرتاسه پایینی از آمریکای شمالی^۲

هیپودراکو^۲ ۴ متری است و وزن کمتری دارد؛ بنابراین، اغلب روی دو پا راه می‌رود اما ایگواناکولوسوس^۳ تقریباً ۱۰ متری است و اغلب روی چهارپا حرکت می‌کنند.

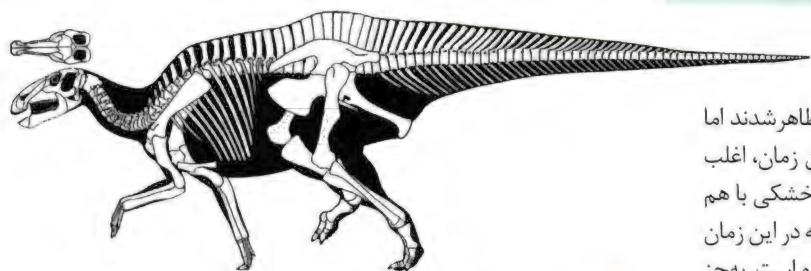


هادرورسورها اردک‌های چهارپا

دایناسورهای نوک‌اردکی یا همان هادرورسورها^۱، متنوع‌ترین و موفق‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوار و آخرین زیرگروه آنکیلوپولکس‌ها بودند؛ با این حال یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های آنکیلوپولکس‌ها (یعنی همان شست‌خارمانند) در این زیرگروه، به نفع مستحکم‌تر شدن ساختار دست، حذف شده بود. هادرورسورها اغلب چهارپا بودند و البته مثل تمام اورنیتومورف‌های دیگر، در مواقع لزوم، مثل زمان دویدن، می‌توانستند تنها روی دوپای عقب راه‌بروند. شاید مهم‌ترین دلیل برتری هادرورسورها نسبت به دیگر آنکیلوپولکس‌ها، دندان‌بندی آن‌ها بوده است؛ چیزی که در اصطلاح به آن «سکوی دندان» می‌گویند. این سکوی دندانی چیزی نیست جز تعداد بسیار زیادی دندان در کنار هم و زیر و روی یکدیگر که سطح آرواره‌ها را می‌پوشاند و برای خرد کردن و جویدن بهتر الیاف گیاهی تکامل یافته بودند.

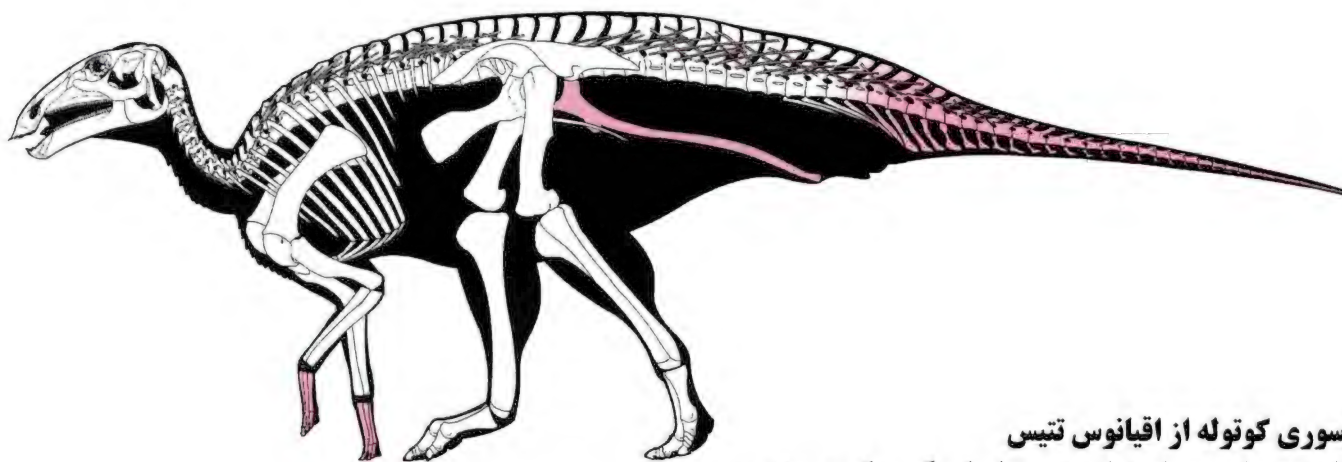


پراکنش
هادرورسورها



پدر بزرگ منقار اردکی‌ها

باکترورسوس^۵ یکی از هادرورسورهای ابتدایی بود که ۸۵-۱۰۰ میلیون سال پیش در آسیای مرکزی می‌زیست. این دایناسور ۶ متر طول و ۱/۲ تن وزن داشت. به شکل لگن، تیغ‌های عصبی و حذف انگشت شست دست دقت کنید.



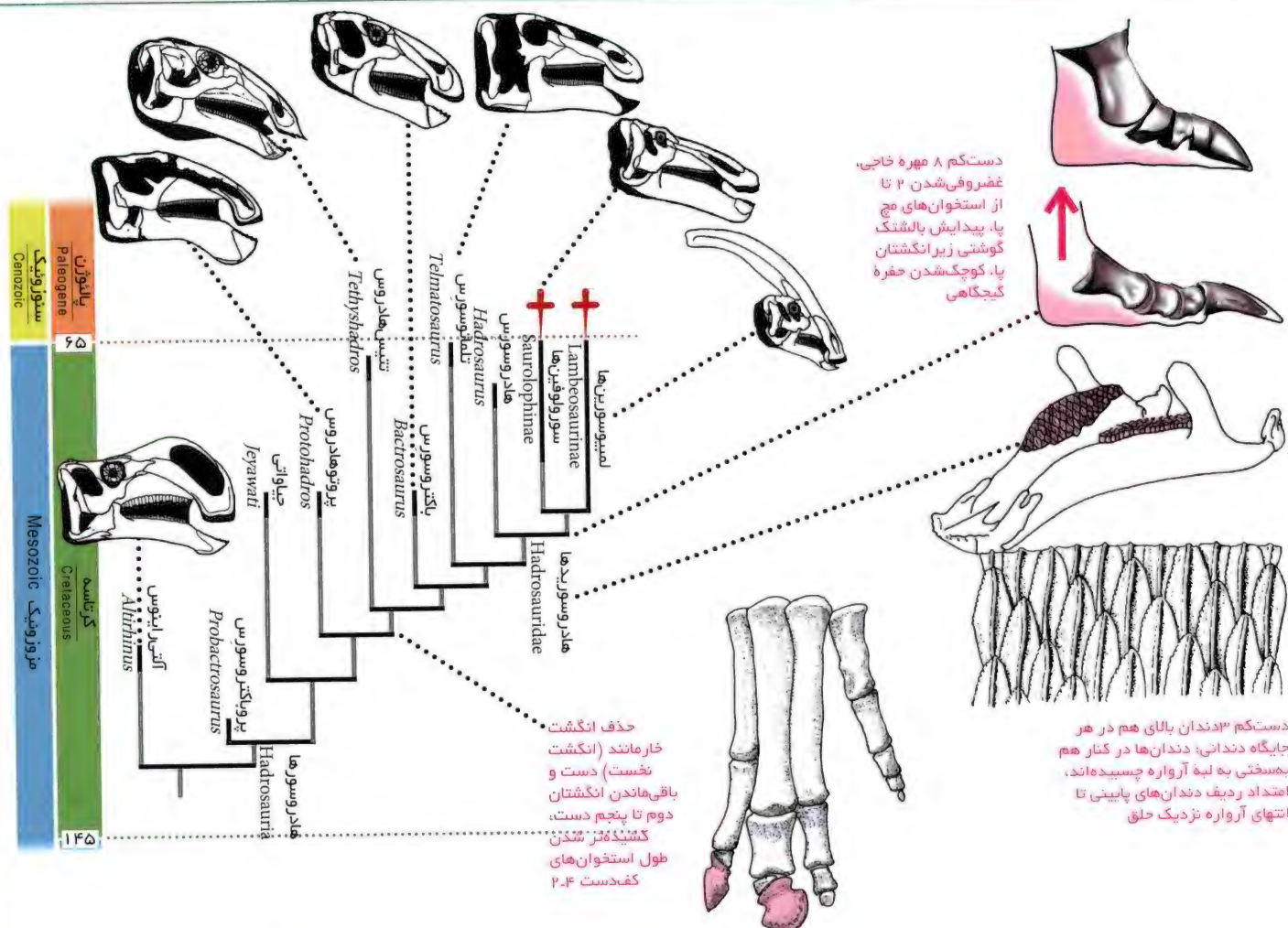
اهل جزایر جنوب اروپا در اواخر کرتاسه بالایی است. اگر به اسکلت این دایناسور ۴ متری با دقت کافی نگاه کنید، می‌توانید متوجه جزئیاتی مانند دم نسبتاً کوتاه این اورنیتوپود و استخوان خیلی بلند نشیمنگاهی آن شوید. این جزئیات نشانه کوچک شدن بدن (به جز شکم و روده‌ها) هستند؛ در حالی که وجود تاندون‌های استخوانی شده روی تیغه‌های عصبی نشان‌دهنده بلوغ حیوان در زمان مرگ است.

پیدایش و تکامل هادرورسورها

نخستین آنکیلوپولکس‌های هادرورسورمانند در کرتاسه پایینی ظاهر شدند اما هادرورسورهای حقیقی تنها در کرتاسه بالایی وجود داشتند. در آن زمان، اغلب قاره‌های امروزی از هم تفکیک شده بودند و برخلاف ژوراسیک از راه خشکی با هم ارتباطی نداشتند؛ بنابراین، پراکندگی هادرورسورها و دیگر گروه‌هایی که در این زمان ظاهر شده‌اند، به قاره‌های شمالی یا قاره‌های جنوبی محدود می‌شده است. به جز چند نمونه ابتدایی و کوچک از هادرورسورها که در اروپا پیدا شده‌اند، بقیه آن‌ها در گله‌های چند هزار تایی در دشت‌های آمریکای شمالی و آسیای می‌چریدند و چند گونه هم در اواخر کرتاسه توانستند از آمریکای شمالی به آمریکای جنوبی و قطب جنوب برسند. خانواده هادرورسوریدا، به دو زیرخانواده بزرگ و متنوع تقسیم می‌شود: سورولوفین‌ها^۲ و لمبیوسورین‌ها^۳. در صفحات بعد به این دو گروه می‌پردازیم.

هادرورسوری کوتوله از اقیانوس تیس

برخی از ابتدایی‌ترین هادرورسورهای شناخته شده در اروپا زندگی می‌کردند. بیشتر سرزمین اروپا در دوره کرتاسه از جزایری دور و نزدیک به هم تشکیل می‌شد. در فصل پیش در مورد تکامل ناهم‌زمانی خواندیم و دیدیم که چگونه موجب تکامل گونه‌هایی با افراد بالغ زمخت یا بچه‌مانند می‌شود. در گونه‌های جزیره‌نشین، به دلیل کمبود منابع غذایی، تکامل ناهم‌زمانی موجب پیدایش گونه‌های کوچک و بچه‌مانند می‌شود (← فصل ۲۷، ۲۸، ۵۰). تیس هادرورس^۴ یکی از همین گونه‌های بچه‌مانند



جیاوا تی ۶

یکی از ابتدایی ترین هادروسورهای شناخته شده است که ۹۵ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می زیست. به متقار شاخی نوک پوزه این دایناسور و لبه دنداندار آن توجه کنید.

لمبیوسورین‌ها و سورولوفین‌ها

لمبیوسورین‌ها کاکل‌هایی بزرگ و توخالی داشتند که از تغییر شکل استخوان‌های بینی، پیش‌آرواره و پیشانی به‌وجود آمده بودند. این کاکل‌ها در حقیقت شیپورهای پرزرق‌وبرقی بودند که در لمبیوسورین‌های نر، بزرگ‌تر و زیباتر از ماده‌ها بود؛ زیرا مثل دم طاووس نر برای رقابت میان نرها تکامل‌ها یافته بود.

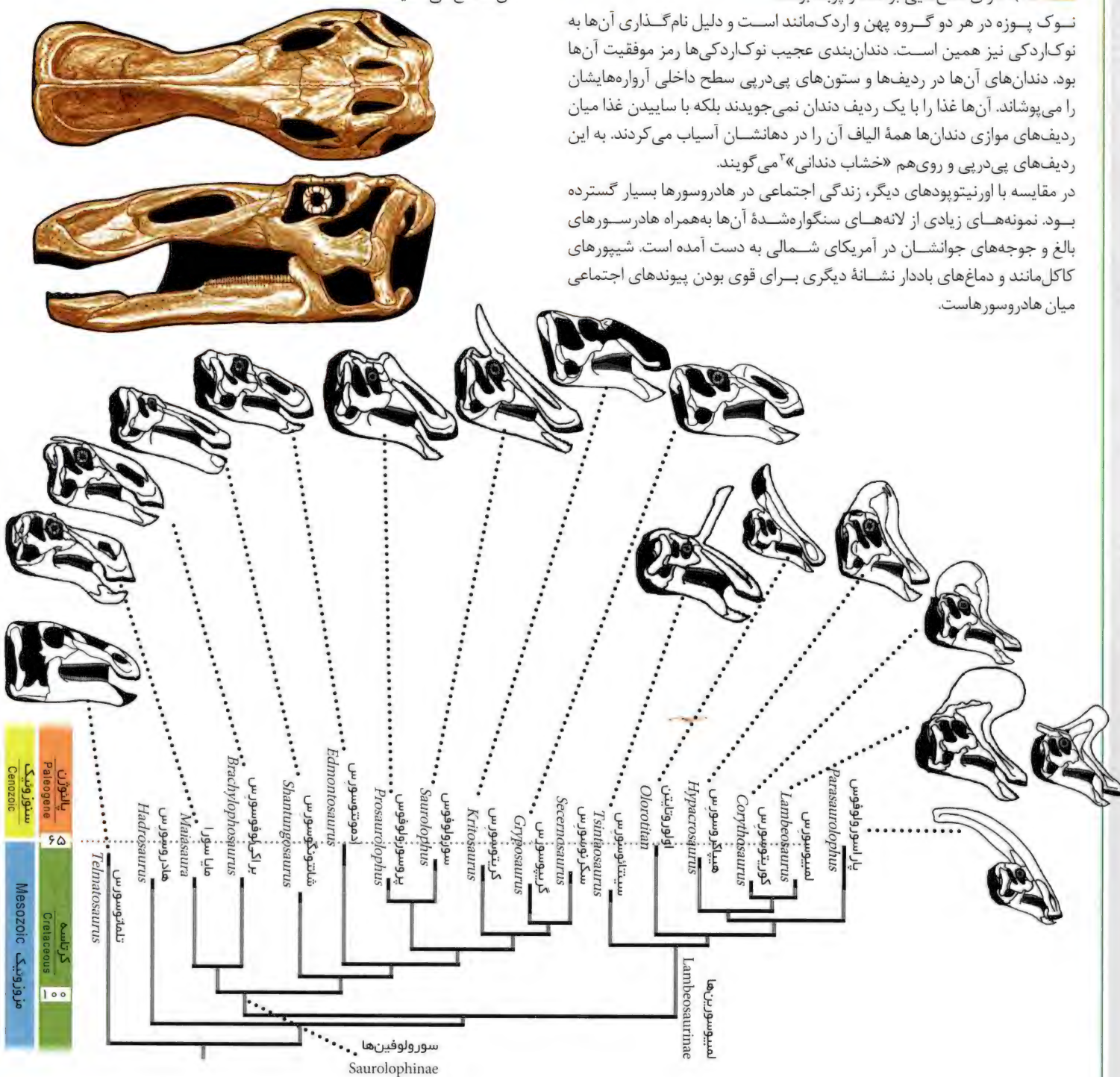
زیرخانواده دیگر، **سورولوفین‌ها** بودند. اغلب آن‌ها چنین کاکل‌هایی نداشتند و مانند پسرعموهای قدیمی‌ترشان، مثل آلتی‌راینوس^۱ (فصل ۱۶) و موتابوراسورس^۲ (فصل ۱۵)، دارای دماغ‌هایی برآمده و پرپاد بودند.

نوک پوزه در هر دو گروه پهن و اردک‌مانند است و دلیل نام‌گذاری آن‌ها به نوک‌اردکی نیز همین است. دندان‌بندی عجیب نوک‌اردکی‌ها رمز موفقیت آن‌ها بود. دندان‌های آن‌ها در ردیف‌ها و ستون‌های پی‌درپی سطح داخلی آرواره‌هایشان را می‌پوشاند. آن‌ها غذا را با یک ردیف دندان نمی‌جویدند بلکه با ساییدن غذا میان ردیف‌های موازی دندان‌ها همه‌یالیاف آن را در دهانشان آسیاب می‌کردند. به این ردیف‌های پی‌درپی و روی هم «خشاب دندان»^۳ می‌گویند.

در مقایسه با اورنیتومورهای دیگر، زندگی اجتماعی در هادروسورها بسیار گسترده بود. نمونه‌های زیادی از لانه‌های سنگواره‌شده آن‌ها به‌همراه هادروسورهای بالغ و جوجه‌های جوانشان در آمریکای شمالی به دست آمده است. شیپورهای کاکل‌مانند و دماغ‌های باددار نشانه دیگری برای قوی بودن پیوندهای اجتماعی میان هادروسورهاست.

مجمعه یک سورولوفین

ادمونتوسورس^۴ در حدود ۶۵-۷۰ میلیون سال پیش در شمال غرب آمریکای شمالی زندگی می‌کرد. این دایناسور ۱۰ متر طول داشت و وزنش تقریباً ۳/۵ تن، یعنی به اندازه یک فیل، بود. پوزه پهن و اردک‌مانند این اورنیتوموردها، دلیل نامیدن آن‌ها با عنوان نوک‌اردکی است. حفره بزرگ بینی این دایناسور نیز نشان‌دهنده وجود بافت نرمی در اطراف سوراخ بینی آن است. این جانوران با پادکردن حفره بینی خود در فصل تولیدمثل برای ارتباط با جفت، راندن نرهای رقیب یا به مبارزه طلبیدن آن‌ها، ماغ می‌کشیدند.

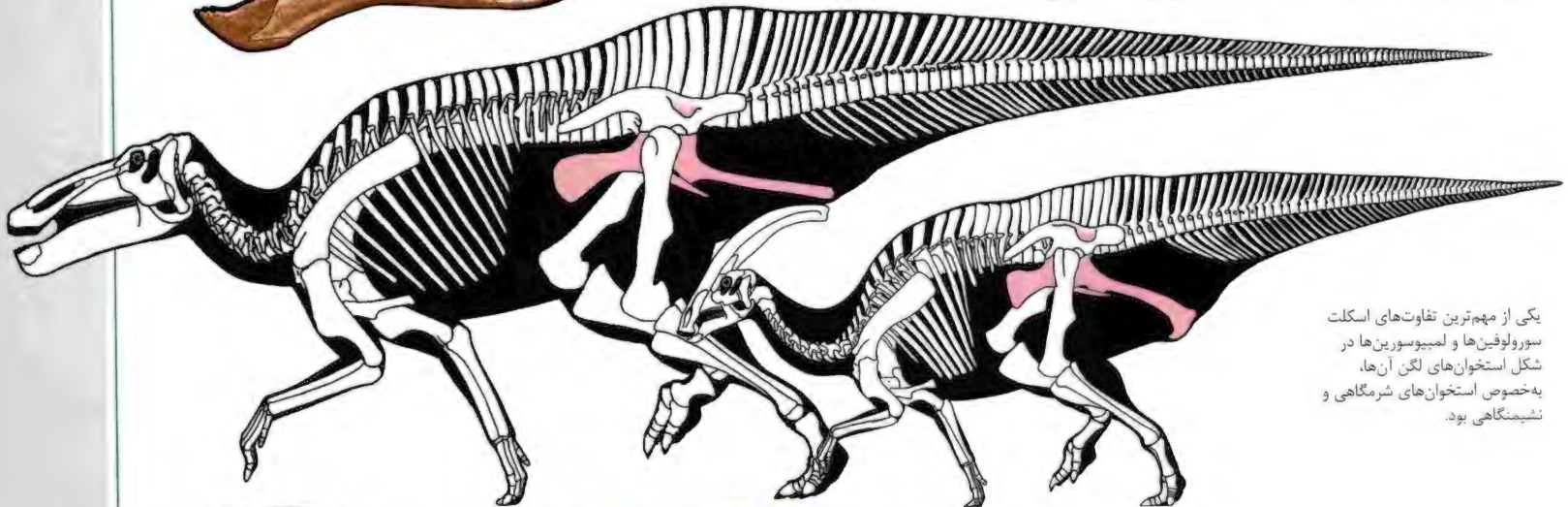


❏ مجموعه یک لمبیوسورین

کاکل‌های زیبا و متنوع لمبیوسورین‌ها در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف تکامل یافتند. در این کتاب در مورد فرایندی تکاملی که به ایجاد تنوع در ساختارهای مربوط به انتخاب جفت منجر می‌شود، صحبت‌شده است (❏ فصل ۲۱). لمبیوسورس^۵ یکی از شناخته‌شده‌ترین لمبیوسورین‌هاست که ۷۲-۸۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیسته و ۷ متر طول و ۲/۵ تن وزن داشته است. استخوان اصلی سازنده کاکل، استخوان پیش‌آرواره است که در مهره‌داران دیگر به شکل استخوان کوچکی در نوک آرواره بالایی قرار دارد اما در لمبیوسورین‌ها کاملاً توسعه یافته است و حتی مجرای بینی و استخوان بینی را فراگرفته و از بالای سر تا قسمت آهیانه و پس‌سری هم رسیده است.

❏ مقایسه اسکلت در پاراسورولوفوس^۶ و شانتونگوسورس^۷

ساختار اسکلت بدن هادروسورها کمابیش یکسان است؛ گرچه میان دو زیرخانواده لمبیوسورین‌ها و سورولوفین‌ها تفاوت‌هایی مهم وجود دارد. در اینجا می‌توانید اسکلت پاراسورولوفوس (از زیرخانواده لمبیوسورین‌ها) و شانتونگوسورس (از سورولوفین‌ها) را ببینید. پاراسورولوفوس حدود ۷/۵ تا ۹ متر طول داشت، وزنش حدود ۲/۵ تن بود و حدود ۷۰-۸۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی، و از ۶۵-۷۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. شانتونگوسورس، بزرگ‌ترین اورنیتوپود شناخته‌شده است که حدود ۱۵ متر طول و حدود ۱۳ تن وزن داشته است. شانتونگوسورس ۶۸-۷۰ میلیون سال پیش در آسیا زندگی می‌کرد. به غیر از ساختار جمجمه، آیا می‌توانید تفاوت‌های دیگری میان آن‌ها تشخیص دهید؟



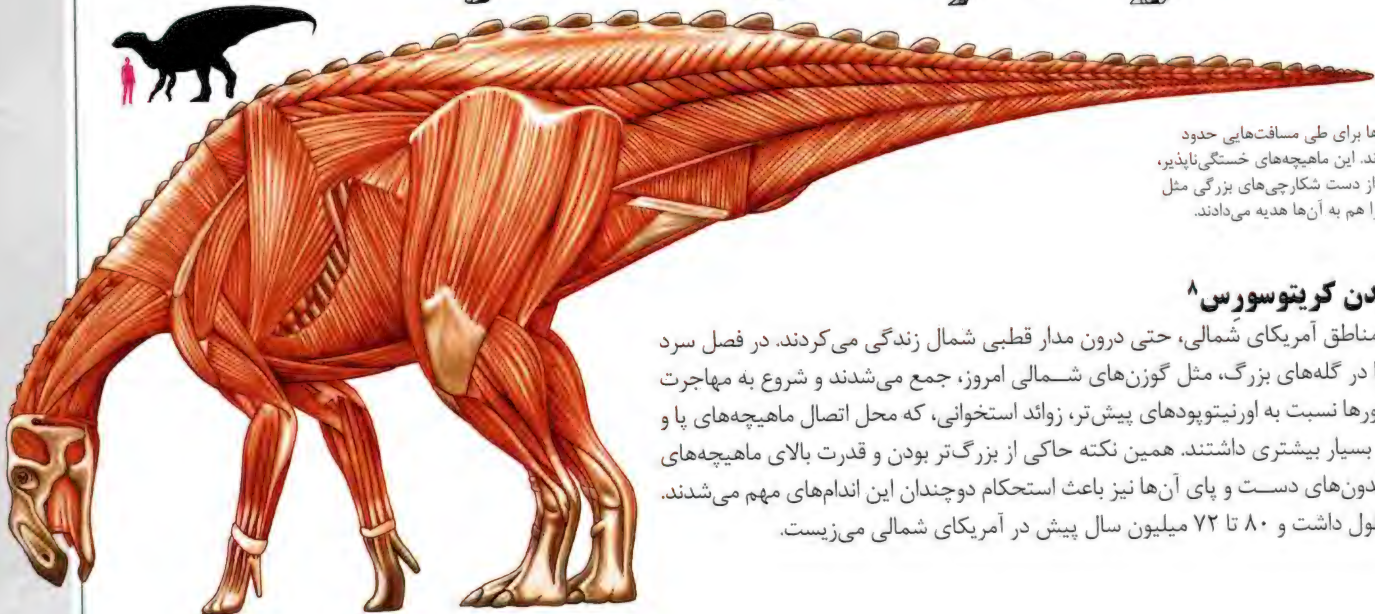
یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های اسکلت سورولوفین‌ها و لمبیوسورین‌ها در شکل استخوان‌های لگن آن‌ها، به خصوص استخوان‌های شرمگاهی و نشیمنگاهی بود.

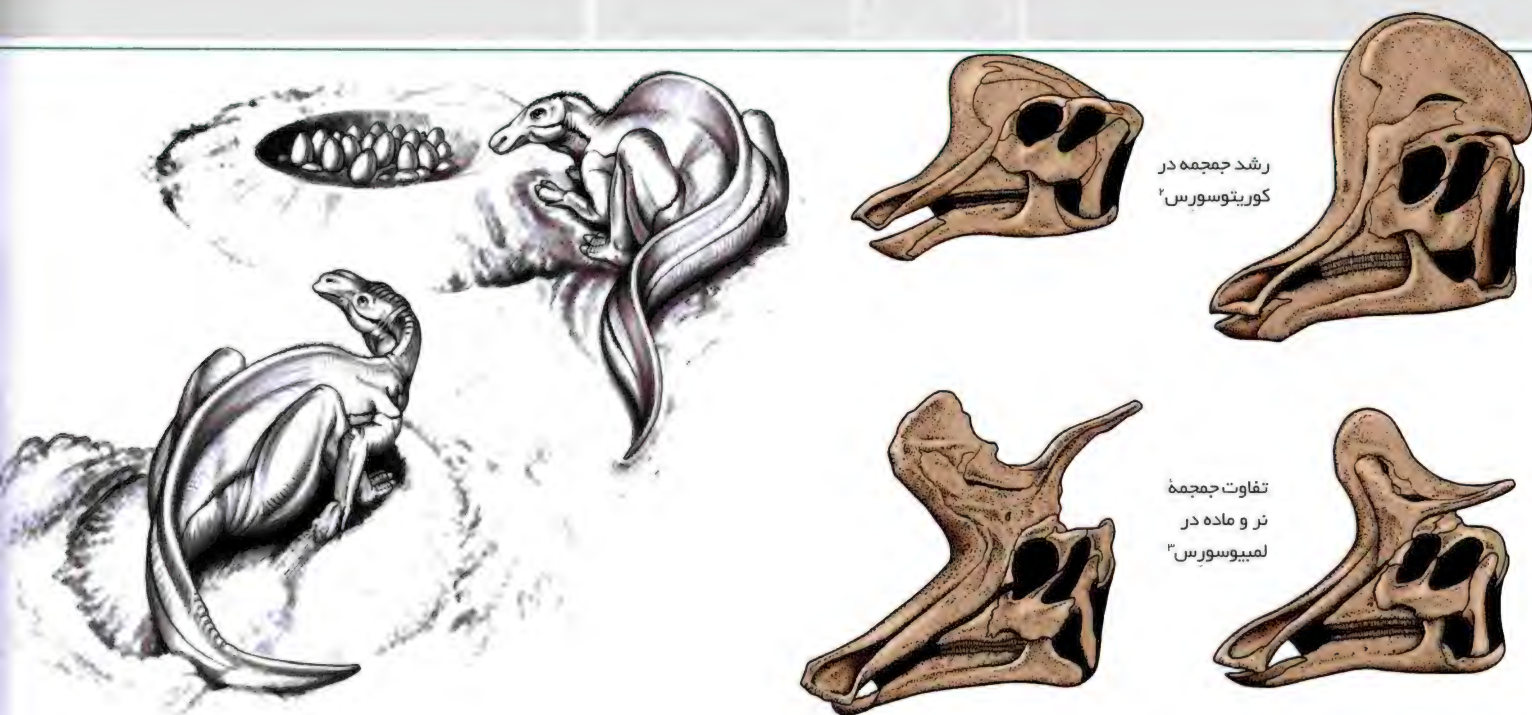


ماهیچه‌های بدن هادروسورها برای طی مسافت‌هایی حدود ۱۰۰۰۰ کیلومتر مناسب بودند. این ماهیچه‌های خستگی‌ناپذیر، توانایی سرعت گرفتن و فرار از دست شکارچی‌های بزرگی مثل تیرانوسورها (❏ فصل ۲۷) را هم به آن‌ها هدیه می‌دادند.

❏ ماهیچه‌های بدن کریتوسورس^۸

هادروسورها در همه مناطق آمریکای شمالی، حتی درون مدار قطبی شمال زندگی می‌کردند. در فصل سرد سال این دایناسورها در گله‌های بزرگ، مثل گوزن‌های شمالی امروز، جمع می‌شدند و شروع به مهاجرت می‌کردند. در هادروسورها نسبت به اورنیتوپودهای پیش‌تر، زوائد استخوانی، که محل اتصال ماهیچه‌های پا و لگن و دم بودند، رشد بسیار بیشتری داشتند. همین نکته حاکی از بزرگ‌تر بودن و قدرت بالای ماهیچه‌های هادروسورهاست. تاندون‌های دست و پای آن‌ها نیز باعث استحکام دوچندان این اندام‌های مهم می‌شدند. کریتوسورس ۹ متر طول داشت و ۸۰ تا ۷۲ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.





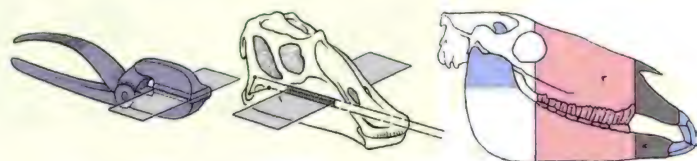
کله مایاسورا در آمریکای شمالی در کرتاسه بالایی؛

این گیاهخواران در گله‌های ۱۰۰۰۰ تایی در سراسر مراتع آمریکای شمالی پراکنده بودند. اغلب آن‌ها حدود ۱۰ متر طول داشتند. سنگواره‌های زیادی از مایاسوراهایی که از جوجه‌هایشان مراقبت می‌کردند، پیدا شده است (۲۸ و ۴۲).

اولوروتایتان یکی از زیباترین کاکل‌های استخوانی را در میان لمبیوسورین‌ها داشت. این کاکل‌ها برای شناخت افراد هم‌گونه و انتخاب جفت تکامل یافته بودند. اولوروتایتان ۶۷ تا ۶۵ میلیون سال پیش در سبیری زندگی می‌کرد و ۱۲ متر طول داشت.

دست‌های این حیوانات برای حرکت روی چهارپا تکامل بیش‌تری یافته بود و انگشت خارمانند اجدادی در آن‌ها دیده نمی‌شد. به علاوه استخوان‌های کف دست نیز درازتر شده بودند و سم‌های انگشتان دوم و سوم دست پهن‌تر و بزرگ‌تر از قبل بودند. در همه هادروسورها (به جز تتیس هادروس) انگشت پنجم دست باقی مانده بود و احتمالاً از آن برای پایین کشیدن شاخه‌های پربرگ درختان استفاده می‌کردند.



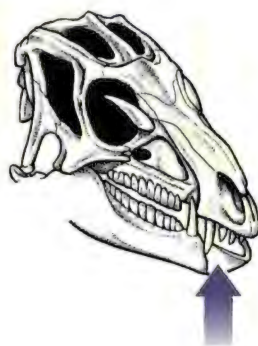
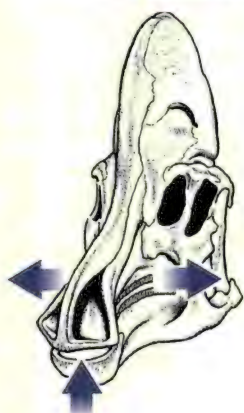
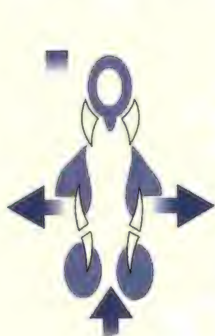


دایناسورهای گیاه‌خوار غذای خود را چگونه می‌جویدند؟

چه در پستانداران گیاه‌خوار و چه در دایناسورها، میان قسمت‌های چونه‌دهان (دندان‌ها) و نوک دهان (منقار یا دندان‌های پیش) فاصله‌ای خالی وجود دارد. دندان‌های پیش یا منقار تنها وظیفه چیدن غذا را دارند؛ بنابراین، به نیروی زیادی نیاز ندارند اما دندان‌های چونه (آسیا) نباید با مفصل آرواره فاصله داشته باشند تا بتوانند نیروی بیشتری وارد کنند.

در اورنیتومورفا، به‌ویژه هادروسورها، جویدن غذا در دهان تکامل زیادی پیدا کرد. نخستین رخداد در تکامل این توانایی، پیدایش مفصل متحرک میان استخوان آرواره بالایی و استخوان گونه بود. این مفصل باعث می‌شد در هنگام جویدن غذا آرواره‌های بالایی به دو طرف باز شوند. دومین اتفاق مهم در آن‌ها پیدایش خشاب دندان‌ها بود. خشاب دندان‌ها، سطح داخلی آرواره‌ها را با چندین ردیف دندان به‌هم‌فشرده می‌پوشاند. با ساییده‌شدن آرواره پایینی به سمت بالا، دندان‌های آرواره پایینی به سمت بالا می‌رفتند و درون آرواره ردیف بالا ساییده می‌شد.

اورنی‌تیسکین‌ها تنها خزندگان بودند که می‌توانستند غذا را درون دهانشان بجوند. این ویژگی نخستین بار در سرپودهای ژوراسیک، مانند هترودونتوسورس^۵، پیدا شد. در این سرپودها ردیف دندان‌های آرواره پایینی به دندان‌های آرواره بالایی ساییده می‌شد و سپس آرواره پایینی به دو طرف حرکت می‌کرد؛ یعنی درست مثل پستاندارانی مانند شتر که هنگام جویدن غذا، آرواره پایینی خود را به دو طرف حرکت می‌دهند.



منقار اردکی‌ها چگونه صدا تولید می‌کردند؟

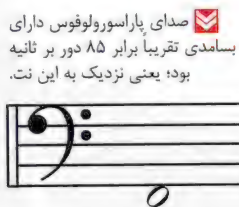
همان‌طور که در این تصاویر می‌بینید، فضای داخلی کاکل‌های لمبیوسورین‌ها خالی است و در حقیقت بخشی از مجرای بینی محسوب می‌شود. ساختار این مجاری یادآور سازهای بادی است. با حرکت هوا درون این مجراهای استخوانی، صداهایی بم و پر حجم ایجاد می‌شد که لمبیوسورین‌ها برای ارتباط با افراد گونه خود و شناسایی آن‌ها، راندن حریفان و صدا کردن یکدیگر از آن استفاده می‌کردند اما در سورولوفین‌ها چنین مجراهایی وجود نداشت. درواقع، سورولوفین‌ها نیز به اندازه لمبیوسورین‌ها اجتماعی بودند اما به جای استفاده از مجراهای درون بینی، به همان شیوه قدیمی اورنیتومورفاهایی مانند موتابوراسورس^۶ (فص. ۱۵)، دماغ خود را پر باد می‌کردند و برای برقراری ارتباط اجتماعی از صداهای به‌وجود آمده در حفره بزرگ و پر باد بینی استفاده می‌کردند.



گریپوسورس



سورولوفوس



صداي پارسورولوفوس دارای بسامدی تقریباً برابر ۸۵ دور بر ثانیه بود؛ یعنی نزدیک به این نت.



لمبیوسورس



پارسورولوفوس



کوریتوسورس

حفره بینی پر باد در سورولوفین‌ها

فضای داخلی کاکل در سه لمبیوسورین

هترودونتوسور یفورم‌ها قوچ‌های عاج‌دار

دایناسورهای شاخ‌دار و دایناسورهای کله‌قوچی دو گروه از دایناسورهای اورنی‌تیسکین دورهٔ کرتاسهٔ بالایی هستند که در مورد رده‌بندی و تکامل آن‌ها ابهامات زیادی وجود داشت؛ زیرا آن‌ها و دیگر اورنی‌تیسکین‌ها تفاوت‌های بسیاری داشتند اما بررسی‌های جدید اطلاعات ارزشمندی در مورد «حلقهٔ گم‌شده» میان آن‌ها و اورنی‌تیسکین‌های دیگر به‌دست می‌دهد. نکتهٔ تعجب‌برانگیز این است که این حلقهٔ گم‌شده، چندان هم گم‌شده نبوده است. در واقع، خانوادهٔ هترودونتوسور یفورم‌ها، مدت‌هاست که برای ما شناخته شده‌اند. آن‌ها که تا مدت‌ها جزء اورنیتوپودها (← فصل ۱۷-۱۵) رده‌بندی می‌شدند، به‌خاطر دندان‌های «نیش» عجیبشان، که به‌طور موازی با پستانداران تکامل یافته بود، معروف بودند (← فصل ۳۴). اکتشاف‌های اخیر نشان می‌دهد که دایناسورهای شاخ‌دار و کله‌قوچی ابتدایی نیز چنین دندان‌هایی داشته‌اند و خویشاوندان نزدیک هترودونتوسورها بوده‌اند. هترودونتوسور یفورم‌ها^۲ گروهی شامل دو تبار هترودونتوسور یفورم‌ها^۳ و کرتاسهٔ پایینی، و مارجینوسفال‌های^۴ ژوراسیک بالایی و کرتاسه‌اند. مارجینوسفال‌ها همان دایناسورهای شاخ‌دار و کله‌قوچی هستند.

هترودونتوسور یفورم‌ها

سال‌ها پیش، زمانی که هنوز اطلاعات زیادی در مورد انواع مختلف دایناسورهای اورنی‌تیسکین موجود نبود، دانشمندان دایناسورهای کله‌قوچی (پاکی‌سفالوسورها^۵) را خانواده‌ای از اورنیتوپودها در نظر می‌گرفتند. آن‌ها سال‌ها بعد اندک‌اندک متوجه شباهت‌های میان آن‌ها و دایناسورهای شاخ‌دار شدند. برای مثال، هر دو گروه چیزی عجیب روی کله‌شان داشتند! پاکی‌سفالوسورها دارای استخوان‌های بسیار ضخیم پیشانی و آهیانه بودند که حتی شکلی گنبدی توپر گرفته بود و ظاهراً از آن برای ضربه‌زدن به دشمنان یا رقیبان همونو استفاده می‌کردند (← فصل ۱۹). دایناسورهای شاخ‌دار یا سراتوپس‌ها^۶ نیز دارای شاخ‌هایی متنوع و جورواجور بودند

و سپری استخوانی در قسمت پس‌سری داشتند. شباهت‌های دیگری نیز میان انواع ابتدایی هر دو گروه دیده می‌شد. بنابراین، دانشمندان متوجه شدند که هر دوی آن‌ها در حقیقت از یک تبار تکاملی هستند؛ تباری که آن‌ها را مارجینوسفال‌ها نام نهادند. مارجینوسفال به معنای کلهٔ لبه‌دار است. هم پاکی‌سفالوسورها و هم سراتوپس‌ها جزء دایناسورهایی بودند که در کرتاسهٔ بالایی و تنها در قاره‌های شمالی، به‌خصوص آسیا و آمریکای شمالی، پراکنده بودند و در دوره‌های قدیمی‌تر، مثل دورهٔ ژوراسیک، اثری از آن‌ها در زمین نبود.

بعدها سنگواره‌های دیگری از مارجینوسفال‌ها به‌دست آمد که تاریخ پیدایش آن‌ها را عقب‌تر می‌برد. به‌علاوه، این سنگواره‌ها شباهت‌هایی میان مارجینوسفال‌ها و هترودونتوسور یفورم‌ها نشان می‌دادند که از میان آن‌ها می‌توان به دندان‌های نیش بلند اشاره کرد.

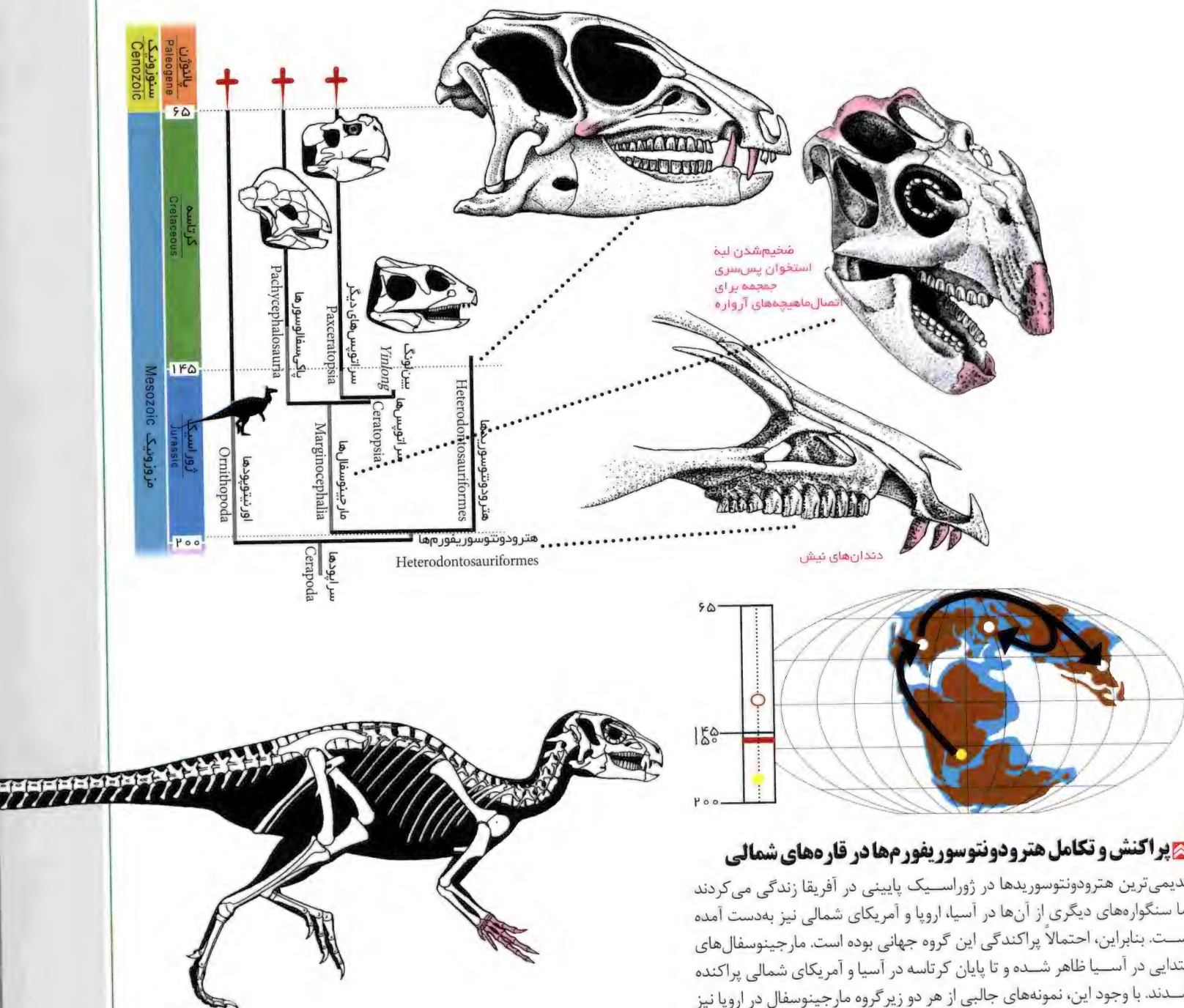


امروزه بسیاری از دیرینه‌شناسان هترودونتوسورها را به‌عنوان گروهی ابتدایی از اورنی‌تیسکین‌ها رده‌بندی می‌کنند اما گروهی دیگر از آن‌ها معتقدند که هترودونتوسور یفورم‌ها و مارجینوسفال‌ها هر دو از یک تبارند و نام این تبار را هترودونتوسور یفورم‌ها می‌گذارند. ما در اینجا از نظریهٔ همین گروه اخیر از دیرینه‌شناسان پیروی می‌کنیم.

گوپوسفالی^۷

این دایناسور جزء پاکی‌سفالوسورها یا همان دایناسورهای کله‌قوچی بوده است. البته هر چه نگاه کنید، از برآمدگی بزرگ استخوانی روی کلهٔ این دایناسور اثری نمی‌بینید! زیرا گوپوسفالی جزء ابتدایی‌ترین انواع دایناسورهای کله‌قوچی بوده است اما در عوض، برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های مارجینوسفال‌ها (گروهی شامل کله‌قوچی‌ها و دایناسورهای شاخ‌دار) را در این دایناسور می‌توان دید؛ از جمله دندان‌های نیش جلوی دهان و لبهٔ استخوانی پس‌سری که بعدها در دایناسورهای کله‌قوچی به‌گنبد استخوانی، و در دایناسورهای شاخ‌دار به بادبزنی استخوانی پس‌سری تکامل می‌یابد.





پراکنش و تکامل هترودونتوسوریدها در قاره‌های شمالی

قدیمی‌ترین هترودونتوسوریدها در ژوراسیک پایینی در آفریقا زندگی می‌کردند اما سنگواره‌های دیگری از آن‌ها در آسیا، اروپا و آمریکای شمالی نیز به‌دست آمده است. بنابراین، احتمالاً پراکندگی این گروه جهانی بوده است. مارجینوسفال‌های ابتدایی در آسیا ظاهر شده و تا پایان کرتاسه در آسیا و آمریکای شمالی پراکنده شدند. با وجود این، نمونه‌های جالبی از هر دو زیرگروه مارجینوسفال در اروپا نیز به‌دست آمده است. البته بعید نیست که برخی از آن‌ها طی کرتاسه به اروپا هم رفته باشند.

هترودونتوسورس^۷

سنگواره یکی از خویشاوندان نزدیک هترودونتوسورس، که در چین پیدا شده و تیان‌یولونگ^۸ نام گرفته است (فصل ۱۱)، نشان می‌دهد که هترودونتوسوریدها و دیگر اورنی‌تیسکین‌ها پر داشته‌اند. هترودونتوسورس ۱۹۰-۲۰۰ میلیون سال پیش در سرزمین‌های خشک جنوب آفریقا زندگی می‌کرد. این داینوسور حدود ۱/۲ متر طول و ۳/۵ کیلوگرم وزن داشت.

استخوان‌بندی هترودونتوسورس

هترودونتوسورس ویژگی‌هایی داشت که در میان دیگر اورنی‌تیسکین‌ها کمتر دیده می‌شد. برای مثال، انگشت شست دست این دایناسور، مانند انگشت شست در پستانداران نخستی (میمون‌ها و انسان‌ها) روبه‌روی انگشت‌های دیگر قرار می‌گرفت. در آنکایلوپولکس‌ها انگشت کوچک دست همین وظیفه را داشت و انگشت شست، خارمانند شده بود (فصل ۱۶). دندان‌های تیز آن‌ها ویژگی عجیب دیگری است که کاربردهای مختلفی برای آن در نظر گرفته‌اند: مبارزه میان نرها، جنگیدن و دفاع از خود در برابر شکارچی‌ها، و حتی مرتب‌کردن پره‌های ابتدایی بدنشان!



پاکی سفالوسورها ازدها در لباس میش

پاکی سفالوسورها^۱ از عجیب‌ترین گروه‌های اورنی تیسکین بوده‌اند. آن‌ها تنها گروه از دایناسورها که اورنی تیسکین بودند که هیچ گرایشی به چهارپاشدن نشان نمی‌دادند. در حقیقت، دست‌های آن‌ها بسیار کوچک شده بود. کله‌های گنبدی آن‌ها تنها توده‌ای از استخوان ضخیم بود که از مغز کوچک آن‌ها در برابر ضرباتی که به یکدیگر می‌زدند، محافظت می‌کرد. بنابراین، احتمال می‌دهیم که گنبد کله‌ها در نرها بزرگ‌تر از ماده‌ها بوده باشد. دندان‌های پاکی سفالوسورها کوچک و ضعیف بود. بنابراین، احتمالاً تکیه آن‌ها بیشتر بر سنگدان‌هایشان بوده است تا جویدن غذا. این ویژگی‌ها تا حدی آن‌ها را شبیه به آنکیلوسورها^۲ (← فصل ۱۴) می‌کرد. جالب اینجاست که شکم پاکی سفالوسورها نیز درست مثل آنکیلوسورها بزرگ و از دو طرف بیرون زده بود. آن‌ها از مناطق نیمه‌خشک بیابانی و کوهستانی تا جنگل‌های بارانی و موسمی آسیا و آمریکای شمالی زندگی می‌کردند. تنها پاکی سفالوسور شناخته شده از جایی به جز آسیا و آمریکا، استنوپلیکس^۳ است که از کرتاسه پایینی اروپا شناخته شده است. استنوپلیکس قدیمی‌ترین نمونه این گروه نیز هست. بقیه انواع شناخته شده در کرتاسه بالایی زندگی می‌کردند.

در گذشته چنین تصور می‌شد که پاکی سفالوسورها ابتدایی کله‌هایی بدون گنبد داشته‌اند اما اکنون اعتقاد بر این است که انواعی که کله‌های نسبتاً صاف‌تری دارند، نابالغ یا ماده‌اند. به هر حال، در مورد انواع ابتدایی پاکی سفالوسورها اطلاعات چندانی نداریم؛ زیرا سنگواره‌های آن‌ها اغلب ناقص و خرد شده‌اند. استنوپلیکس ابتدایی‌ترین و قدیمی‌ترین نمونه از این دایناسورهاست که در اوایل کرتاسه در اروپا زندگی می‌کرد. این احتمال وجود دارد که پاکی سفالوسورها دیگری نیز در کرتاسه بالایی به اروپا رفته باشند اما بعید است که پای این دایناسورها به آمریکای جنوبی، آفریقا و دیگر قاره‌های جنوبی رسیده باشد.

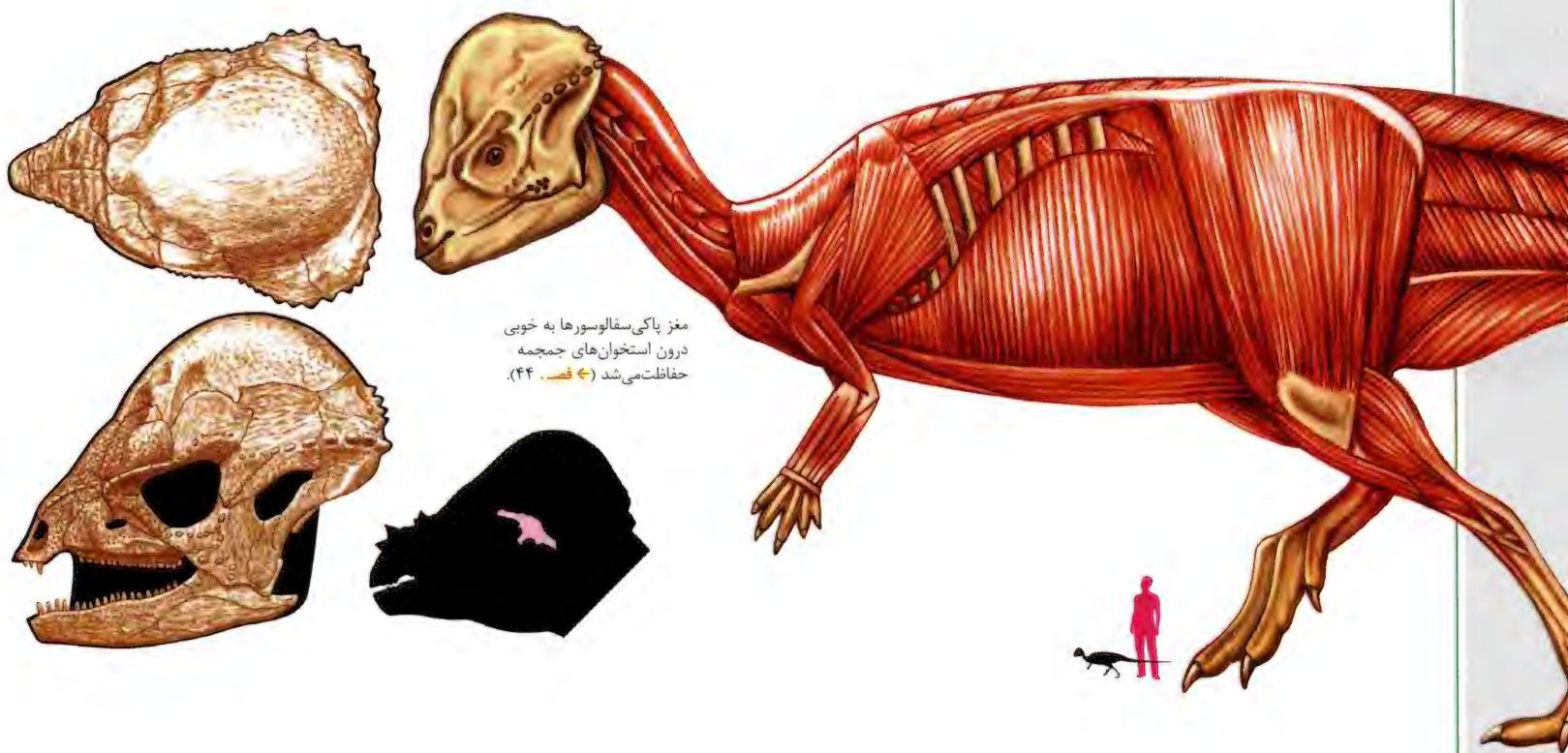
طول بدن اغلب پاکی سفالوسورها حدود یک تا دو متر بوده است. پاکی سفالوسور^۶ با بدنی ۵-۴ متری یکی از بزرگ‌ترین نمونه‌های آن‌هاست. در برخی منابع اندازه بدن این دایناسور را ۸ متر ذکر کرده‌اند که اشتباه به نظر می‌رسد. یکی از دلایلی که مانع بزرگ‌شدن بدن این دایناسورها می‌شده، نیاز آن‌ها به دویدن در هنگام ضربه‌زدن بوده است. اگر اندازه آن‌ها بزرگ‌تر می‌بود، توانایی سرعت گرفتن در آن‌ها کاهش می‌یافت و بنابراین، توانایی‌شان در ضربه‌زدن با سر نیز کم می‌شد. در عوض، اندازه برخی از آن‌ها بسیار کوچک بوده است. یک نمونه که هنوز منتظر توصیف علمی به‌سر می‌برد، کله‌ای گنبدی به قطر تنها ۵ سانتی‌متر داشته است. چنین دایناسوری بیشتر از یک گربه خانگی نبوده است!

جمع‌مجموع و ماهیچه‌های پرینوسفالی^۷

در پاکی سفالوسورها استخوان‌های جمجمه ضخیم و محکم شده‌اند و زوائد کوچک استخوانی در قسمت پس سر به شکل دکمه‌های دنبال هم پیدا شده‌اند. این استخوان‌های ضخیم کاملاً توپر بوده‌اند و جز جعبه مغزی، هیچ فضای خالی دیگری در خود نداشته‌اند (فصل ۴۴). بررسی بافت اسفنجی استخوان‌های سر این جانوران نشان می‌دهد که آن‌ها نه به سر یکدیگر بلکه به پهلوهایی هم ضربه می‌زدند.

تکامل پاکی سفالوسورها

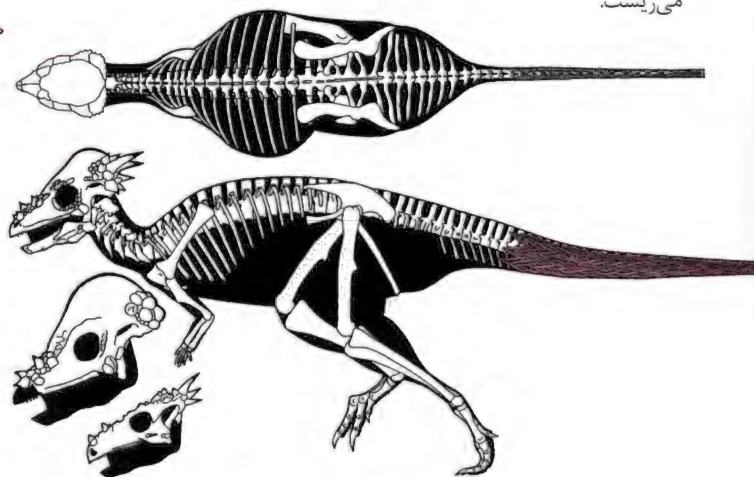
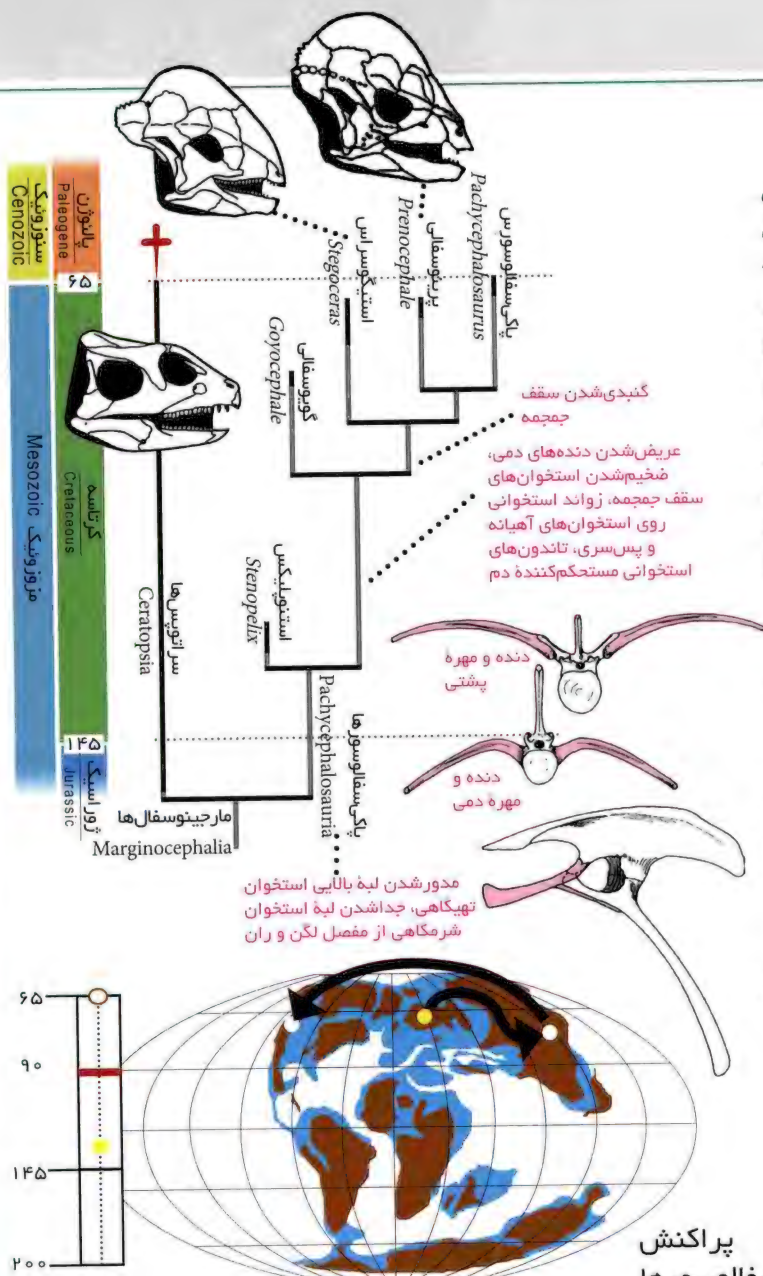
پاکی سفالوسورها خویشاوندان نزدیک سراتوپس‌ها^۴ و هتروونتوسوریدها^۵ بودند. به علاوه، ابتدایی‌ترین انواع آن‌ها نیز در آسیا زندگی می‌کردند و جز آسیا، تنها به آمریکای شمالی و اروپا رفتند. بنابراین، بعید نیست اگر تصور کنیم که نخستین پاکی سفالوسورها از آسیا برخاسته‌اند و در چند مرحله به آمریکای شمالی نیز مهاجرت کرده‌اند.



مغز پاکی سفالوسورها به خوبی درون استخوان‌های جمجمه حفاظت می‌شد (← فصل ۴۴).

اسکلت پاکی سفالوسورها

در پایین اسکلت پاکی سفالوسورس از نمای جانبی و نمای پشتی از اسکلت پرنوسفالی نابالغ را می بینید. پاکی سفالوسورس بزرگترین عضو گروه پاکی سفالورها بود. این دایناسور ۵ متر طول و حدود ۴۵۰ کیلوگرم وزن داشت. سه نوع جمجمه متفاوت از این دایناسور پیدا شده است که در ابتدا تصور می شد به موجوداتی مختلف تعلق دارند اما در حقیقت، جمجمه بدون گنبد متعلق به یک پاکی سفالوسورس نابالغ است، جمجمه بدون شاخ به یک جانور ماده و جمجمه شاخدار به یک جانور نر تعلق دارد. به شکل لگن، دستهای کوچک، و تاندونهای استخوانی دم توجه کنید. پاکی سفالوسورس ۶۷ تا ۶۵ میلیون سال پیش در جنگل های مرطوب آمریکای شمالی می زیست. در اسکلت پرنوسفالی به دنده های دمی عریض در ابتدای دم و تاندون های استخوانی شده و نیز زوائد استخوانی کوچک در لبه جمجمه دقت کنید. پرنوسفالی نیز ۷۰ تا ۶۸ میلیون سال پیش در جنگل های باران خیز آسیا می زیست.



پراکنش
پاکی سفالوسورها



پاکی سفالوسورها قوچ های زمان خود بوده اند. آن ها درست مثل قوچ های عصبانی امروز، با کوبیدن سرشان به یکدیگر بر سر انتخاب جفت و قلمرو با هم می جنگیده اند. در گذشته تصور می شد که آن ها به سر یکدیگر می کوبیده اند اما بافت شکننده استخوان های جمجمه نشان می دهد که هدف ضربه ها جاهای نرمتری مثل پهلوها بوده است.





سراتوپس‌ها گرگدن‌هایی که گل کاشتند!

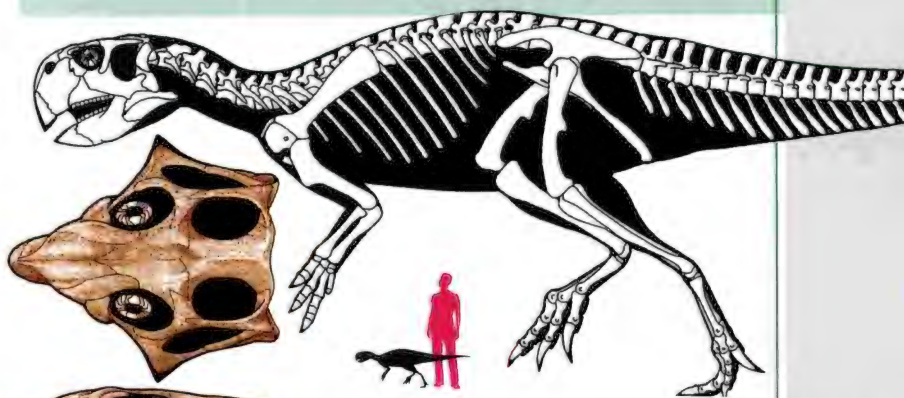
پیدایش و تکامل سراتوپس‌ها

قدیمی‌ترین و ابتدایی‌ترین سراتوپس شناخته‌شده، یین‌لونگ^۱ است که در اواخر ژوراسیک در آسیا زندگی می‌کرد. این دایناسور کوچک ۱/۵ متری، ظاهری شبیه به هترودونتوسوریدها و پاکی‌سفالوسورهای ابتدایی (فصل ۱۸-۱۹) داشت و گیاه‌خواری دهنده، کوچک و بدخلاق بود که عادت داشت با دندان‌های نیشش گاز بگیرد و اخم کند و اگر در جنگل‌های سرسبز آن زمان، حیوان کوچک یا لاشه‌ای مرده می‌دید، ممکن بود هوس خوردن گوشت هم به سرش بزند! البته بعضی ویژگی‌های خاص اما جزئی این دایناسور میلیون‌ها سال بعد باعث موفقیت نسل‌های بعدی او شد که از همه مهم‌تر استخوان کوچکی به نام روسترال^۴ بود که در نوک آرواره بالا پیدا شد و از منقار شاخی این دایناسور به‌خوبی حمایت می‌کرد. از سراتوپس‌های دیگر اواخر ژوراسیک اطلاعات زیادی نداریم. سیتاکوسورس^۵ سراتوپس بعدی است که در اوایل کرتاسه می‌زیست و خوشبختانه اطلاعات زیادی از این دایناسور داریم. سیتاکوسورس بسیار متنوع و موفق بود. گونه‌های مختلف سیتاکوسورس، طی مدت‌زمانی حدود ۴۰ میلیون سال در مناطق مختلف آسیا، از بیابان‌ها تا مناطق جنگلی مرطوب، سواحل و کوهستان‌ها پراکنده بودند. پس از سیتاکوسورس، سراتوپس‌های بعدی مجموعه‌های بزرگ‌تر و همین‌طور یقه‌های پس‌سری بهتری پیدا کردند که وظیفه اصلی آن‌ها حمایت از ماهیچه‌های آرواره بود اما این یقه‌ها مورد استفاده مهم دیگری نیز پیدا کردند و آن همان بود که در هادروسورها نیز باعث تنوع ظاهر مجموعه شده بود؛ یعنی، نمایش دادن و خط و نشان کشیدن نرها برای هم بر سر انتخاب جفت. مراحل بعدی تکامل سراتوپس‌ها از لیائوسراتوپس^۶ نیم‌متری و ۲ کیلوگرمی تا سراتوپس‌های چندتنی کرتاسه بالایی، با بزرگ‌شدن اندازه یقه استخوانی، بزرگ‌تر شدن سر، قوی‌تر شدن آرواره و اندک‌اندک پیدایش شاخ‌های کوچک و بزرگ روی نوک پوزه و بالای چشم‌ها امتداد یافت. سراتوپس‌ها خانواده‌ای متنوع و رنگارنگ از دایناسورهای گرگدن‌مانند و اغلب غول‌پیکر بودند که در فصل آینده به آن‌ها خواهیم پرداخت.

طوطی شاخ‌دار: متنوع‌ترین دایناسور

سیتاکوسورس یکی از ابتدایی‌ترین سراتوپس‌های شناخته‌شده است. سر و منقار طوطی‌مانند و دندان‌های مستحکم این دایناسور نشان‌دهنده تغذیه او از دانه‌های سخت گیاهان است. این دایناسور دارای سنگدان نیز بوده است. سیتاکوسورس دست‌کم ده گونه مختلف داشته و از ۱۴۰ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش در شرق آسیا زندگی می‌کرده است. سنگواره‌های این دایناسور نشان می‌دهد که پرهایی بلند و ضخیم در پشت بدن، به‌خصوص پشت دم حیوان، به‌شکل یال وجود داشته است. در تصاویر سمت راست، اسکلت و مجموعه این دایناسور و بازسازی ظاهر سر این حیوان در زمان زندگی‌اش دیده می‌شود. به شاخ‌های روی گونه‌ها و استخوان جدیدی که در نوک آرواره بالای دیده می‌شود، توجه کنید. این استخوان جدید روسترال نام دارد و باعث استحکام بیشتر منقار سراتوپس‌ها می‌شود. اگر به مجموعه این دایناسور دقت کنید، می‌توانید برجستگی‌های روی گونه و نیز امتداد استخوان‌های پشت سر برای تشکیل یقه پس‌سری را ببینید. مهم‌ترین وظیفه این یقه بزرگ‌تر کردن تکیه‌گاه ماهیچه‌های قدرتمند آرواره‌ها بوده است. البته در سراتوپس‌های بعدی یقه بزرگ‌تر می‌شود و حالت نمایشی پیدامی‌کند. اسکلت این دایناسور نیز شکل کلی بدن این حیوان را نشان می‌دهد. طول بدن سیتاکوسورس تنها ۱/۵ تا ۲ متر بوده است. این حیوان همیشه روی دو پای عقبی راه می‌رفته است، اما هرچه وزن سراتوپس‌های بعدی بیشتر می‌شده تمایل آن‌ها برای راه‌رفتن روی چهارپا افزایش می‌یافته است. گونه‌های مختلف سیتاکوسورس وزن‌ها و اندازه‌های مختلفی داشته‌اند. کمترین و بیشترین وزن آن‌ها به ترتیب، ۵ و ۱۵ کیلوگرم بوده است.

سراتوپس‌ها^۱، یا همان دایناسورهای شاخ‌دار، درست‌مانند هادروسورها^۲ (فصل ۱۷) یکی از متنوع‌ترین گروه‌های دایناسورها بودند که در کرتاسه بالایی، یعنی اواخر دوران دایناسورها، شکوفا شدند. اگرچه سراتوپس‌ها و هادروسورها متعلق به گروه‌هایی متفاوت از دایناسورهای اورنی‌تیسکین بوده‌اند، شباهت‌های جالب آن‌ها که بر اثر تکامل هم‌گرا (فصل ۳۴) پیدا شده، زیاد است. از جمله اینکه سراتوپس‌ها نیز به سمت غول‌پیکر شدن و حرکت چهارپا تکامل یافته‌اند، آرواره‌های متناسب با گیاه‌خواری و خشاب‌دندانی پیدا کردند و تنوع زیادی در شکل مجموعه دارند. البته سراتوپس‌ها ویژگی‌های منحصر به فردی نیز دارند: شاخ‌های آن‌ها یادآور شاخ گرگدن و گاوسانان است، یقه‌های استخوانی آن‌ها مثل کاکل هادروسورها در انتخاب جفت نقش داشته، و منقارهای فوق‌العاده قوی داشته‌اند. شاید که سراتوپس‌ها مانند گرازهای امروزی گاهی به سراغ گوشت هم می‌رفته‌اند.



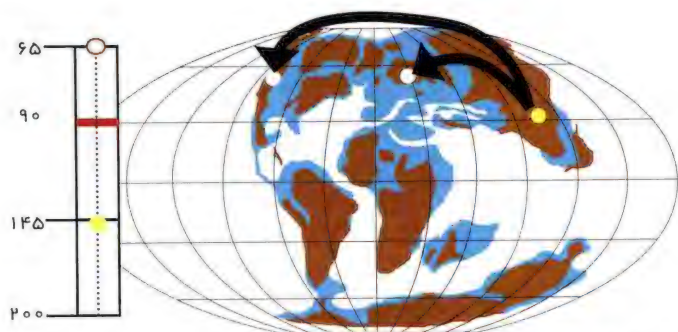
یکی از ویژگی‌های سیتاکوسوریدها، که آن‌ها را از سراتوپس‌های دیگر متمایز می‌کند، به‌جز شکل طوطی‌مانند سر، کوچک‌شدن انگشتان چهارم و پنجم دست‌هاست.



گیاه خوار شجاع

پروتوسراتوپس دو متری یکی از دایناسورهایی است که پرشمارترین سنگواره‌ها از آن به دست آمده است؛ سنگواره‌هایی در سنین و حالت‌های مختلف که از جمله آن‌ها سنگواره فوق‌العاده جالبی است که پروتوسراتوپس را در حال جنگیدن نشان می‌دهد. این حیوان گرچه گیاه‌خوار بوده اما مثل گراز و اسب آبی حوصله هیچ مزاحمی را نداشته است. به خصوص، اگر مزاحمی مثل این ولاسی‌راپتور^۱ (← فص

۴۵) هوس شکار پروتوسراتوپس به سرش می‌زده، پروتوسراتوپس با آرواره‌های فوق‌العاده قدرتمندش به راحتی می‌توانسته است سر یا دست‌وپای حیوان مزاحم را قطع کند. سراتوپس‌ها به شدت گیاه‌خوار و در این مورد مشکل‌پسند و حرفه‌ای بوده‌اند اما مثل گرازها گاهی سری به گوشت هم می‌زده‌اند.



پراکنش نخستین سراتوپس‌ها

تکامل و پراکندگی سراتوپس‌های ابتدایی

سراتوپس‌ها برای نخستین بار در آسیا ظاهر شدند و در چند مسیر مختلف به آمریکای شمالی نیز رفتند. آثار سراتوپس‌های ابتدایی در اروپا نیز پیدا شده است.

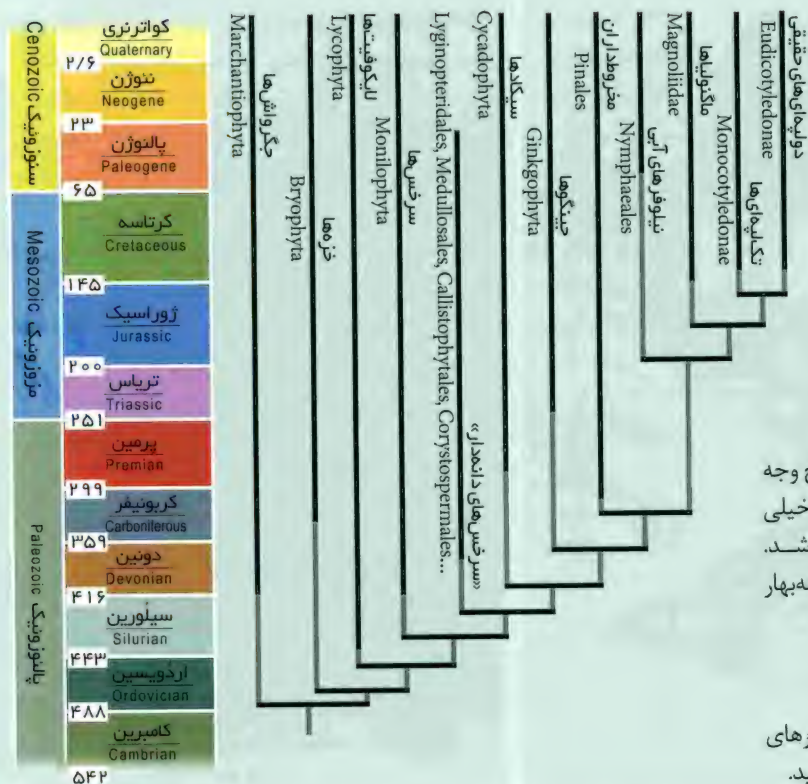


قدیمی‌ترین گیاه گل‌دار

آرکیوفروکتوس^۲ قدیمی‌ترین گیاه گل‌دار شناخته شده است، اما به هیچ وجه «ابتدایی‌ترین» گیاه گل‌دار نیست. به نظر می‌رسد که این گیاه خویشاوند خیلی قدیمی نیلوفرهای آبی است و باید از گیاهان گل‌دار درختی تکامل یافته باشد. ابتدایی‌ترین گیاهان گل‌داری که امروز زنده‌اند، نیلوفرهای آبی، درختان همیشه‌بهار مثل ماگنولیا یا گیاه آشنای برگ بو هستند.

تکامل گروه‌های اصلی گیاهان خشکی‌زی

به زمان توسعه گیاهان گل‌دار، که هم‌زمان با پراکنش بسیاری از دایناسورهای گیاه‌خوار مثل مارجینوسفال‌ها و هادروسورها در دوره کرتاسه است، توجه کنید.



تکامل هم‌بسته چیست؟

می‌گوییم (← فصل ۴). گیاه نیز متقابلاً دایناسور را «اصلاح نژاد» می‌کند؛ مثلاً با شیرین‌تر و سرخ‌رنگ‌تر کردن میوه‌هایش، باعث موفقیت دایناسورهایی می‌شود که بهتر می‌توانند رنگ سرخ و مزه شیرین را تشخیص دهند. به این ترتیب، پس از چند میلیون سال، گیاهانی خواهیم داشت که جز به کمک این حیوانات گیاه‌خوار توانایی پراکندن دانه‌هایشان را ندارند و نیز دایناسورهایی که جز به میوه‌های شیرین و آبدار این گیاهان راضی نمی‌شوند! در این فرایند دوطرفه، هر دو گروه نفع می‌برند و البته همواره برای طرف مقابل، در حال تغییر و تکامل‌اند. ما به این پدیده تکاملی، «تکامل هم‌بسته»^۱ می‌گوییم.

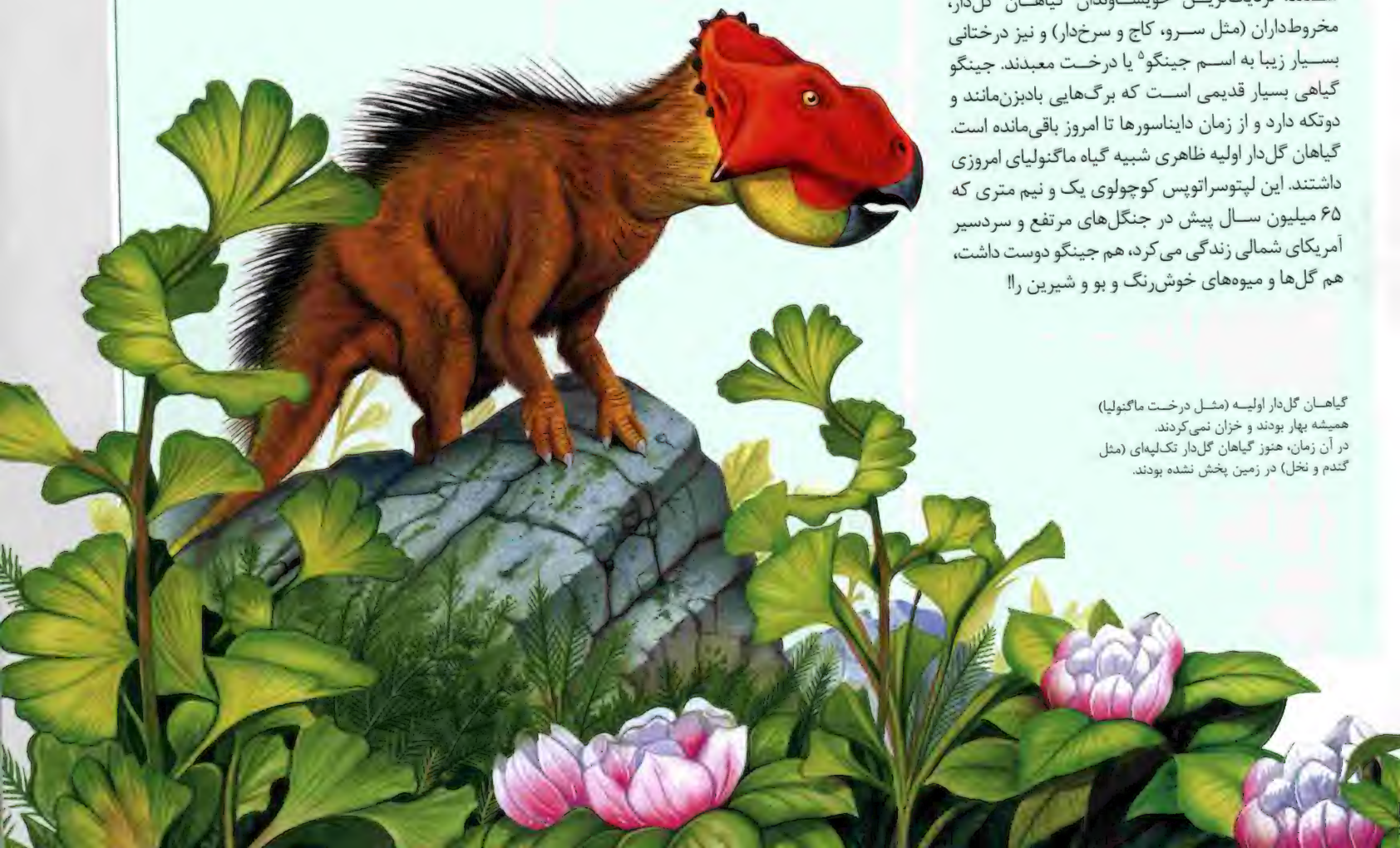
تکامل هم‌بسته را نباید با تکامل هم‌گرا (← فصل ۳۴) اشتباه کرد! تکامل هم‌بسته در مقیاس‌های مختلفی رخ می‌دهد: جهش‌هایی که در چند جای مختلف ژن‌ها رخ می‌دهند و اثر یکدیگر را تشدید می‌کنند، نمونه‌هایی از تکامل هم‌بسته در مقیاس مولکولی هستند! تکامل انگل‌ها و میزبان‌ها اغلب به سمتی می‌رود که میزبان کمترین آسیب را ببیند و انگل بیشترین سود را ببرد. به تدریج، برخی انگل‌ها برای میزبان سودمند هم می‌شوند. تکامل انگل و میزبان نمونه دیگری از تکامل هم‌بسته است. در تکامل هم‌بسته، میان جانوران و گیاهان، همیشه رابطه غذایی برقرار نیست. در آمریکای مرکزی گونه‌هایی از گیاه اقاچیا زندگی می‌کنند که دارای خارهایی سرشار از شهد شیرین شده‌اند. این خارها هیچ ربطی به تولیدمثل اقاچیا ندارند، اما گونه‌ای مورچه در کنار این گیاهان زندگی می‌کند که غذایش همین شهد است و از اقاچیا در برابر حشرات گیاه‌خوار محافظت می‌کند.

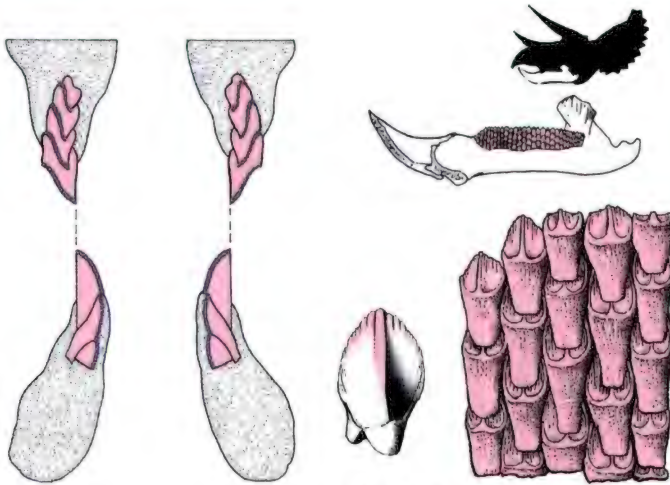
تکامل دایناسورهای گیاه‌خوار مثل نوکاردکی‌ها (← فصل ۱۷) و دایناسورهای شاخ‌دار تا حد زیادی وابسته به تکامل گیاهان گل‌دار بود. آن‌ها برای تغذیه از این گیاهان دارای دندان‌هایی ویژه شدند که در میان مهره‌داران بی‌نظیر بود. گیاهان گل‌دار نیز برای پراکندن گرده‌ها و دانه‌های خود به این دایناسورها نیاز داشتند. به جز این دایناسورهای گیاه‌خوار، جانوران دیگری نیز بودند که رابطه بوم‌شناختی تنگاتنگی با گیاهان برقرار کردند. گروه‌های زیادی از دایناسورهای شکارچی - از جمله برخی پرندگان - اندک‌اندک خوردن گوشت را کنار گذاشتند و به تغذیه از محصولات جدید گیاهان گل‌دار روی آوردند (← فصل ۳۲، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۴، ۴۷ و ۴۸). پستانداران گروه دیگری بودند که بلافاصله به سراغ گیاهان جدید رفتند. راسته نخست‌ها^۲ (میمون‌ها) یکی از نخستین گروه‌های پستانداران بودند که به‌طور تخصصی به زندگی روی درخت و تغذیه از میوه‌ها وابسته شدند. تکامل همه این گروه‌های مهره‌دار در مقایسه با وابستگی دوطرفه حشرات و گیاهان گل‌دار اهمیت چندانی ندارد. طی تکامل، هم گیاهان گل‌دار و هم جانوران به هم وابسته می‌شوند. هر دو طرف برای تطابق بیشتر با این شرایط تغییراتی می‌کنند و این رابطه تنگ‌تر می‌شود؛ مثلاً گیاهی که برای پراکندن دانه‌هایش به گروه خاصی از دایناسورهای گیاه‌خوار وابسته شده است، هر چه می‌گذرد مواد غذایی بیشتر و خوش‌مزه‌تری برای جذب دایناسور می‌سازد. در حقیقت، دایناسور گیاهانی را که میوه شیرین‌تری دارند، برمی‌گزیند. بدین ترتیب، بذر شیرین‌ترین گیاهان را می‌پراکند و بی‌خبر، دست به «اصلاح نژاد» گیاه مورد علاقه‌اش می‌زند؛ فرایندی که ما به آن انتخاب طبیعی

لپتوسراتوپس و گیاهان مورد علاقه‌اش

گیاهان گل‌دار در دوره کرتاسه در روی زمین پراکنده شدند. نزدیک‌ترین خویشاوندان گیاهان گل‌دار، مخروط‌داران (مثل سرو، کاج و سرخ‌دار) و نیز درختانی بسیار زیبا به اسم جینگوه یا درخت معبدند. جینگو گیاهی بسیار قدیمی است که برگ‌هایی بادبزنی‌مانند و دوتکه دارد و از زمان دایناسورها تا امروز باقی‌مانده است. گیاهان گل‌دار اولیه ظاهری شبیه گیاه ماگنولیای امروزی داشتند. این لپتوسراتوپس کوچولوی یک و نیم متری که ۶۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرتفع و سردسیر آمریکای شمالی زندگی می‌کرد، هم جینگو دوست داشت، هم گل‌ها و میوه‌های خوش‌رنگ و بو و شیرین را!

گیاهان گل‌دار اولیه (مثل درخت ماگنولیا) همیشه بهار بودند و خزان نمی‌کردند. در آن زمان، هنوز گیاهان گل‌دار تک‌لایه‌ای (مثل کدو و نخل) در زمین پخش نشده بودند.



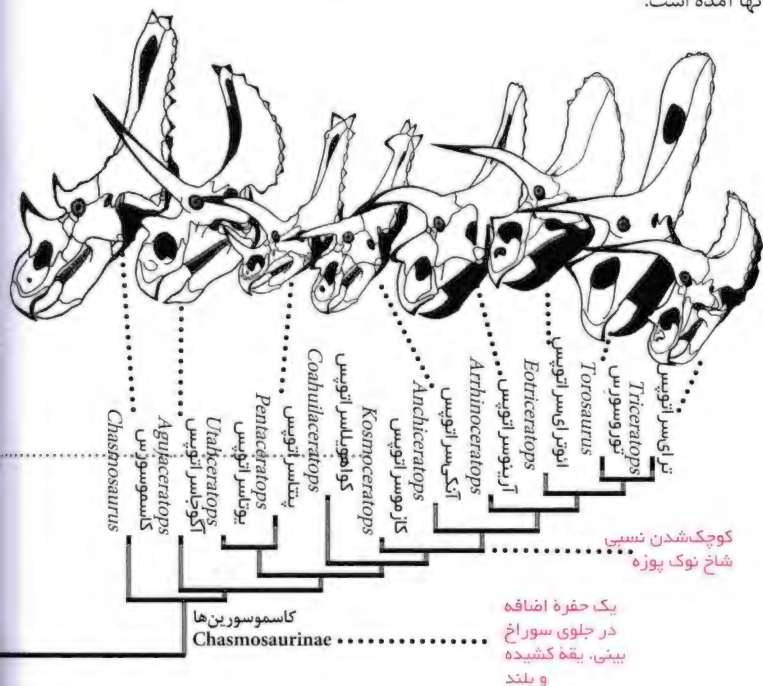


باز هم خشاب‌های دندان!

درست مانند هادروسوریدها (فصل ۱۷)، در دهان سراتوپسیدها دندان‌های متعددی روی هم انباشته شده بودند و مجموعه دندان‌های آرواره بالایی و پایینی مثل دو تکه کاغذ سنباده که روی هم ساییده می‌شوند، وظیفه جویدن الیاف گیاهی را به عهده داشتند. البته برخلاف هادروسورها که استخوان‌های آرواره بالایی آن‌ها به دو طرف بازمی‌شدند، جمجمه محکم و یک‌پارچه سراتوپسیدها چنین قابلیت‌ی نداشت. اما در عوض ماهیچه‌های فوق‌العاده قدرتمند آرواره آن‌ها می‌توانست حتی چوب را هم خرد کند.

نیمی از یک خانواده خوشبخت

سنتروسورین‌ها یکی از دو تبار اصلی سراتوپس‌ها بودند. سراتوپس‌ها زندگی گله‌ای داشتند و اغلب در گله‌هایی شامل چند گونه، و حتی در کنار دایناسورهای گیاه‌خوار دیگر، زندگی می‌کردند. تنها در فصل جفت‌یابی بود که افراد هر گونه از روی شکل شاخ‌ها و الگوهای رنگی افراد گله می‌توانستند افراد گونه خودی را شناسایی کنند. در تصویر صفحه روبه‌رو، برخی از سنتروسورین‌ها را می‌توانید در کنار هم ببینید. برای مقایسه، یک نمونه از کاسموسورین‌ها به نام کواهیولاسراتوپس^{۲۰} هم در کنار آنها آمده است.



سراتوپسیدها گل‌سرسبد تکامل سراتوپس‌ها بودند که در دوره کرتاسه بالایی به سرعت در غرب آمریکای شمالی پراکنده شدند. سراتوپسیدها شامل دو تبار بزرگ بودند: کاسموسورین‌های^۱ بزرگ‌تر با یقه‌های استخوانی بزرگ در پس کله‌هایشان، و سنتروسورین‌های^۲ کوچک‌تر با شاخ‌های کرگدن‌مانند بزرگ‌روی بینی. سنتروسورین‌ها چند میلیون سال پیش از انقراض دیگر دایناسورها منقرض شدند اما برخی کاسموسورین‌ها تا آخرین روزهای دوران مزوزوئیک زنده بودند. برخی از آن‌ها دارای بزرگ‌ترین مجموعه در میان همه جانوران بوده‌اند. این دایناسورها بخش مهمی از تنوع گیاه‌خواران آمریکای شمالی (و شاید قسمت‌های مرطوب‌تر آسیا) در کرتاسه بالایی بودند. شباهت ظاهری آن‌ها با کرگدن نباید منجر به این اشتباه شود که کرگدن از نسل این دایناسورهاست. در جای دیگر مورد این پدیده تکاملی که به شباهت جانوران مختلف منجر می‌شود، توضیح می‌دهیم (فصل ۳۴).

پیدایش و تکامل سراتوپسیدها

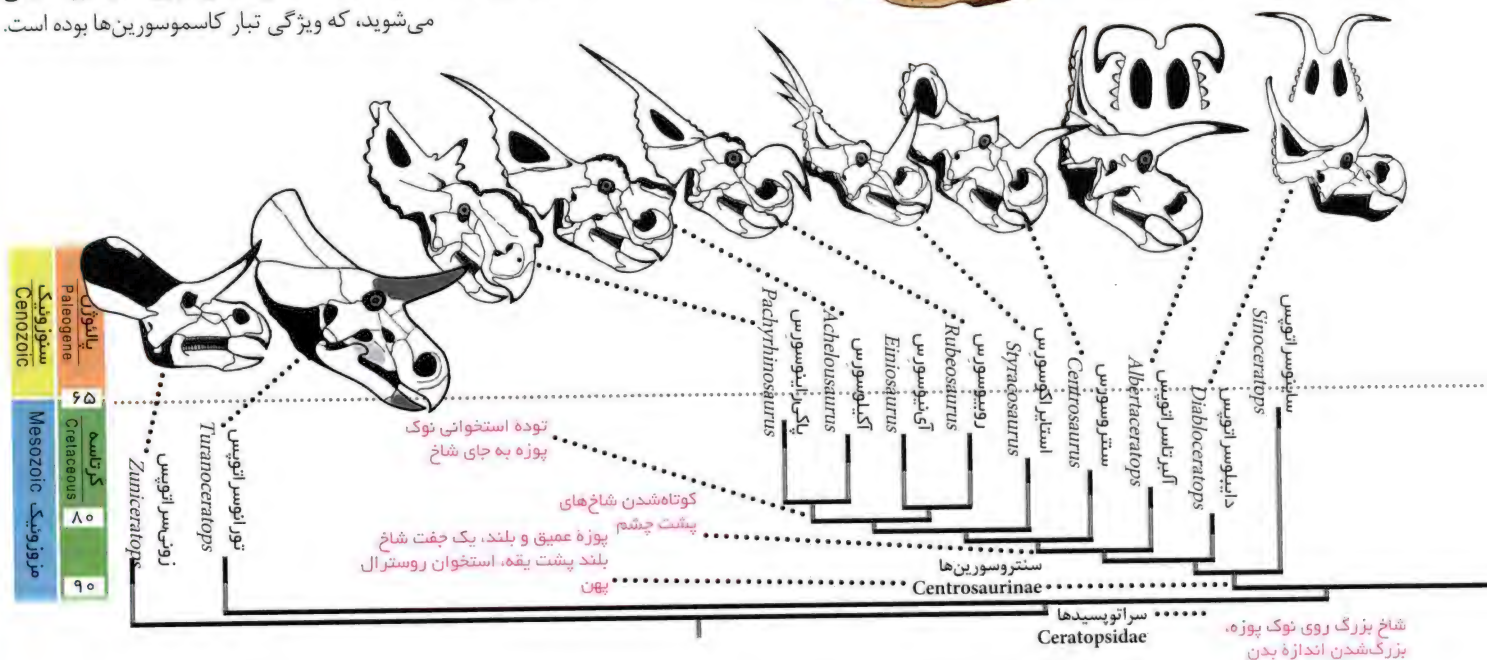
سراتوپسیدها تنها در کرتاسه بالایی پیدا شدند و توسعه یافتند. همه سراتوپسیدها (به جز دو نمونه) در غرب آمریکای شمالی زندگی می‌کردند. تورانوسراتوپس^۴ ابتدایی‌ترین سراتوپسید بود که در آسیای مرکزی زندگی می‌کرد. ساینوسراتوپس^۵ ابتدایی‌ترین عضو زیرخانواده سنتروسورین‌ها، هم در چین می‌زیست. اما زونی سراتوپس^۶، نزدیک‌ترین خویشاوند سراتوپسیدها، ساکن آمریکای شمالی بود. بنابراین، بعید نیست که این خانواده در آمریکای شمالی ظاهر شده باشند. جثه تورانوسراتوپس و زونی سراتوپس به اندازه گاو بود اما سراتوپسیدهای پیشرفته‌تر بسیار بزرگ‌تر بودند. خانواده سراتوپسیدها به دو تبار بزرگ تقسیم می‌شود: زیرخانواده سنتروسورین‌ها و زیرخانواده کاسموسورین‌ها. سنتروسورین‌ها پوزه‌هایی عمیق‌تر و کوتاه‌تر، یقه گردتر و دست‌کم دو شاخ بلند روی یقه‌شان داشتند که در اغلب آن‌ها خمیده و تاب‌دار بود، اما کاسموسورین‌ها پوزه‌هایی کشیده‌تر و کم‌عمق‌تر و یقه‌های کشیده و بلندی در پس سرشان داشتند. حفره بینی کاسموسورین‌ها نیز یک سوراخ کوچک اضافی در جلوی سوراخ بینی داشت. اغلب کاسموسورین‌ها تنها در شکل و اندازه یقه استخوانی با هم تفاوت داشتند. چند نمونه ابتدایی، مثل کاسموسورس^۷ و یوتاسراتوپس^۸، دارای شاخ‌های پشت‌چشمی نسبتاً کوچک‌تری بودند. کاسموسورین‌ها اغلب ۷ تا ۸ متر طول داشتند و وزنشان حدود ۳ تا ۵ تن بود. بزرگ‌ترین کاسموسورین‌ها ترایسراتوپس^۹، توروسورس^{۱۰} و ائوترایسراتوپس^{۱۱} بودند که ۸ تا ۱۰ متر طول و ۷ تا ۱۰ تن وزن داشتند. توروسورس بزرگ‌ترین مجموعه را در میان همه جانوران دارد. نخستین سنتروسورین‌ها، مثل دایلو سراتوپس^{۱۲} و آلبرتاسراتوپس^{۱۳}، هنوز شاخ‌های بلند بالای چشم‌هایشان را داشتند اما در انواع بعدی شاخ‌های بالای چشم کوتاه‌شدند و در عوض، در نوک پوزه‌ها شاخ‌های بزرگی روییدند. در استایراکوسورس^{۱۴} و روبیوسورس^{۱۵} تعداد شاخ‌های بزرگ روی یقه بیشتر بوده است. آینیوسورس^{۱۶} شاخ بزرگی روی بینی‌اش داشت که به‌نحو عجیبی به سمت جلو خم شده بود. آکیلوسورس^{۱۷} و پاکیراینوسورس^{۱۸} به‌جای یک شاخ نوک‌تیز، توده استخوانی نامنظم و سنگینی روی بینی داشتند. شاید روی این توده استخوانی را شاخی بزرگ و بسیار سنگین می‌پوشانده است. اندازه اغلب سنتروسورین‌ها، از جمله خود سنتروسورس^{۱۹}، ۵ تا ۶ متر و وزن آن‌ها حدود یک تا ۱/۵ تن بود. ساینوسراتوپس و پاکیراینوسورس با ۸ متر طول و ۳ تن وزن، بزرگ‌ترین سنتروسورین‌ها بوده‌اند.

- 1- Ceratopsidae 2- Chasmosaurinae 3- Centrosaurinae 4- Turanoceratops 5- Sinoceratops 6- Zuniceratops 7- Chasmosaurus 8- Utahceratops
- 9- Triceratops 10- Torosaurus 11- Eotriceratops 12- Diabloceratops 13- Albertaceratops 14- Styraeosaurus 15- Rubeosaurus 16- Einiosaurus
- 17- Achelousaurus 18- Pachyrhinosaurus 19- Centrosaurus 20- Coahuilaceratops



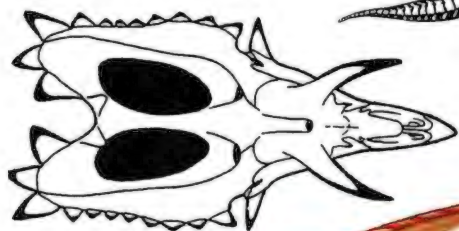
❖ مجموعه کازموسراتوپس ۲۱

در میان کاسموسورین‌ها، کازموسراتوپس عجیب‌ترین و زیباترین مجموعه را داشت. یقه استخوانی این دایناسور دارای ۱۰ قلاب استخوانی بود که به سمت جلو پیش آمده بودند. شاخ‌های این کاسموسورین هم برخلاف بیشتر سراتوپس‌های دیگر نه به سمت جلو، که به دو طرف کشیده شده بودند. در تصویر سمت راست، می‌توانید بافت مستحکم و یک‌پارچه مجموعه سراتوپس‌ها و برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها را به خوبی مشاهده کنید. اگر به حفرة بینی این دایناسور نگاه کنید، متوجه سوراخ اضافی درون حفرة بزرگ بینی می‌شوید، که ویژگی تبار کاسموسورین‌ها بوده است.



اسکلت پنتاسراتوپس^۱

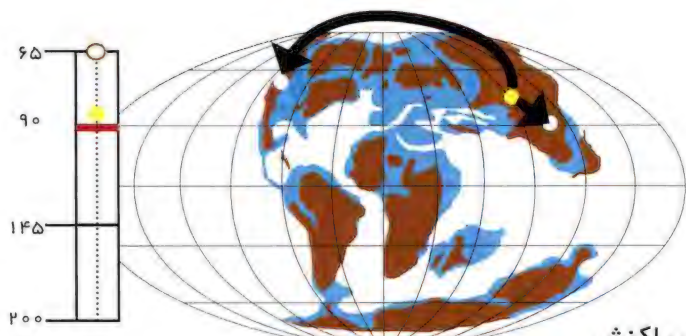
سر فوق‌العاده بزرگ سراتوپسیدها وزن بسیار زیادی به گردن آن‌ها تحمیل می‌کند. بر اثر این وزن زیاد چند مهره اول گردن به هم جوش خورده‌اند. استخوان‌های دست و پا و کتف و لگن دارای زوائد بزرگی برای اتصال ماهیچه‌ها هستند. پنتاسراتوپس و دیگر سراتوپسیدهای غول‌پیکر با وجود وزن زیاد (۴/۵ تن) می‌توانستند بدوند (← فصل ۱۵). آن‌ها این توانایی را مدیون ماهیچه‌ها و اسکلت قدرتمند خود بودند.



نمای مجسمه از بالا



مفصل سر با مهره‌های
جوش‌خورده گردنی



پراکنش
سراتوپسیدها

ماهیچه‌های بدن کاسموسورس^۱

همان‌طور که در تصویر بالامی‌بینید، گردن بسیار کلفت این دایناسورها از حجم زیادی ماهیچه انباشته شده بود که وظیفه نگهداری سر سراتوپسیدها را به‌عهده داشتند. به‌ماهیچه‌های دست و پا نیز دقت کنید؛ به‌ویژه ماهیچه پا که از بالا به تمام طول استخوان لگن متصل شده است.



پراکنش سراتوپسیدها در آمریکای شمالی و پدیده «بومی شدن»

قاره آمریکای شمالی در دوره کرتاسه بالایی توسط دریایی وسیع به دو نیمه شرقی و غربی تقسیم می‌شد. نیمه غربی، که لارامیدیا نامیده می‌شود، مسکن بسیاری از دایناسورهای معروف مثل سراتوپسیدها، هادروسورها (فصل ۱۷) و تیرانوسوریدها (فصل ۳۷) بوده است (فصل ۳). نیمه شرقی آمریکای شمالی، که آپالاشیا نامیده می‌شود، در دوره کرتاسه سرزمینی دیگر بوده و دایناسورهای متفاوتی داشته‌است. پیش‌تر چنین تصور می‌شد که همه گونه‌های این دایناسورها در مناطق مختلف این سرزمین شمالی-جنوبی پراکنده بودند و الگویی جغرافیایی برای تکامل آن‌ها وجود نداشته‌است. بررسی پراکنش دایناسورها، به‌خصوص کاسموسورین‌ها، به‌همراه

بررسی درخت تکاملی آن‌ها نشان می‌دهد که در این سرزمین شمالی-جنوبی چند عرض جغرافیایی مختلف وجود داشته که محل پیدایش گونه‌های جدید بوده است و اغلب، این گونه‌ها بومی همان منطقه باقی می‌مانده‌اند. تنها در چند میلیون سال آخر، که اغلب سراتوپسیدها منقرض شده بودند، گونه‌های باقی‌مانده مثل ترایسراتوپس سراسر سرزمین لارامیدیا را فتح کردند. در اینجا تصویر دو نمونه از این دایناسورهای بومی را می‌بینید: یوتاسراتوپس با سر زردرنگ و کازموسراتوپس با سر آبی‌رنگ. هر دوی این دایناسورها بومی مناطق میانی سرزمین لارامیدیا بوده‌اند.

انتخاب جفت و پیدایش تنوع

یکی از عجیب‌ترین پدیده‌های دنیای جانداران، شیوه‌های انتخاب جفت است. در اغلب جانداران، ماده‌ها هستند که باید جفت خود را از میان نرها انتخاب کنند. وظیفه نرها در ابتدایی‌ترین حالت، تنها بارور کردن تخم‌هاست و ماده‌ها باید نری را که از بقیه سالم‌تر باشد و ژن‌های مناسبی برای نسل آینده به‌ارث بگذارد برای تولیدمثل انتخاب کنند. بنابراین، میان نرها رقابتی همیشگی برای پیشی گرفتن بر یکدیگر در زمینه سرعت، زیبایی و قدرت وجود دارد. تعجبی ندارد که در اغلب جانوران، نرها نسبت به ماده‌ها زیباتر آفریده شده‌اند: یال شیر نر یا دم طاووس نر معیاری برای سنجش سلامتی آن‌ها محسوب می‌شود. به‌علاوه گاه برخی صفات ظاهراً «به‌دردنخور» به‌دلیل چنین معیاری بروز می‌کنند. دم طاووس یکی از همین صفات است که هیچ فایده‌ای برای طاووس نر ندارد، جز بالا بردن بخت موفقیت آن در تولیدمثل. وانگهی دم طاووس هزینه‌هایی هم روی دست این حیوان نگون‌بخت می‌گذارد: طاووس‌های نر به خاطر دم بلندشان در برابر شکارچیانی مثل ببر بسیار بی‌دفاع‌ترند. اگر قرار باشد طاووس‌های نر دم‌دراز راحت‌تر توسط ببرها شکار شوند، پس چرا انتخاب طبیعی این صفت بی‌فایده و مضر را از طبیعت حذف نمی‌کند؟

پاسخی که من به‌عنوان معلم زیست‌شناسی به شاگردانم می‌دهم، تشبیه جمعیت طاووس‌ها به تیم فوتبال است. دو تیم فوتبال در نظر بگیرید که قرار است به زودی با هم مسابقه دهند. مربی یکی از این تیم‌ها تصمیم می‌گیرد شرایط تمرین سختی را به تیم خود تحمیل کند؛ مثلاً ورزشکاران را مجبور می‌کند وزنه‌های سنگینی به پای خود ببندند و هر کس که نتواند وزنه‌ها را تحمل کند، به بازی نمی‌رسد. به نظر شما کدام تیم در بازی برنده خواهد شد؟

برگردیم به طاووس‌ها؛ اگر دو گونه طاووس دم‌دراز و بدون دم داشته باشیم، طاووس‌های نر گله دم‌درازها با شرایط دشواری در زندگی روبه‌رو هستند و هر یک از آن‌ها که کوچک‌ترین وضعی داشته باشد، بلافاصله توسط ببرها خورده می‌شود اما در گله بی‌دم‌ها، همه نرها بختی مساوی برای تولیدمثل دارند؛ حتی ضعیف‌ترین

آن‌ها. بدین ترتیب، طاووس‌های دم‌دراز ضعیف پس از مدتی حذف می‌شوند و فقط طاووس‌های خیلی قوی باقی می‌مانند اما در میان بی‌دم‌ها، چنین اتفاقی نمی‌افتد و افراد ضعیف، بچه‌های ضعیف به دنیا می‌آورند و ژن‌های آن‌ها هم چنان در میان نسل‌های بعد باقی می‌ماند. دقیقاً مانند شرایط یک مسابقه، طاووس‌های دم‌دراز برنده اصلی هستند. درواقع میان جمعیت طاووس‌های دم‌دراز، طاووس‌های دم‌دراز ضعیف طعمه ببرها شده‌اند، اما این هزینه تسویه ژن‌های معیوب از جمعیت آن‌ها است.

دقیقاً به همین دلیل، انتخاب جفت توسط ماده‌ها به یکی از مهم‌ترین سازوکارهای تضمین‌کننده بقای نسل گونه‌های جانوری تبدیل شده است و نرها در اغلب گروه‌های جانوران روش‌هایی برای جلب ماده‌ها دارند. رقابت میان نرهای قوی و زیبا، موجب تنوع چشمگیر موجوداتی تا این حد رنگارنگ و متفاوت در دنیای جانوران شده است. در دایناسورها هم چنین سازوکاری موجب پیدایش تنوعی فوق‌العاده شده است؛ همان‌طور که در دایناسورهای امروزی، یعنی پرندگان، هزاران گونه رنگارنگ با همین سازوکار تنوع‌یافته و در جهان پراکنده شده‌اند. تکامل و گونه‌گونی تروسورها (← فصل ۹)، دایناسورهای شاخ‌دار، نوک‌اردکی‌ها (← فصل ۱۷) و نخستین دایناسورهای پرداری که دارای شاه‌پره‌های بزرگ روی دست‌وبال خود شدند (← فصل ۴۲-۴۸)، مدیون همین سازوکار است.

در پایین این صفحه، تصویر چند نمونه از سراتوپسیدها را، با رنگ‌هایی که احتمالاً در فصل تولیدمثل برای جلب توجه ماده‌ها به‌نمایش درمی‌آمده است، می‌بینید. نباید فراموش کنیم که سراتوپسیدها پستاندار نبوده‌اند، بلکه خویشاوندان نزدیک پرندگان به‌شمار می‌روند. اغلب پستانداران (با چند مورد استثنایی مثل راسته نخستین‌ها) دید رنگی ندارند؛ برای همین، رنگ‌های چشم‌گیر و خیره‌کننده پرندگان در پستانداران تکامل نیافته است اما دایناسورها، مثل پرندگان و خزندگان دیگر، رنگ‌ها را می‌دیدند و احتمالاً از آن‌ها برای جلب ماده‌ها استفاده می‌کرده‌اند.



الگوی انقراض

این کتاب بر مشخص کردن زمان دقیق تکامل و زندگی هر دایناسور در درخت‌های تکاملی برای این است که متوجه چنین الگویی شویم. در حقیقت، به نظر می‌رسد که پدیده انقراض این دایناسورها صرفاً تقصیر سنگ‌های آسمانی نبوده است! بیشتر اوقات تغییر شرایط محیط و دشوار شدن بقا، موجب تحلیل رفتن اندک‌اندک تنوع زیستی می‌شود و سپس، همه چیز ناگهان فرومی‌ریزد. این همان اتفاقی است که امروز هم به لطف فناوری‌های انسانی شاهدش هستیم (← فصل ۹ و ۴۹).

سراتوپسیدها جزء دایناسورهایی بودند که تنها و تنها در کرتاسه بالایی ظاهر شدند؛ آن‌ها هم در زمانی که بسیاری از دیگر گروه‌های دیگر دایناسورها پیشاپیش منقرض شده بودند، با وجود این، همه آن‌ها تا پایان دوره کرتاسه دوام نیاوردند. در زمانی که فاجعه انقراض دایناسورها رخ داد، تنها چند گونه، مثل ترایسراتوپس و توروسورس، باقی مانده بودند و بقیه آن‌ها طی روندی مرموز، چند میلیون‌سالی بود که منقرض شده بودند. این الگو را در تکامل و انقراض بسیاری گروه‌های دیگر هم می‌توان دید (← فصل ۹، ۱۷، ۳۷، ۴۴ و ۴۵). تأکید

وقتی سراتوپسیدها عصبانی می‌شوند!

یک تیرانوسورید (← فصل ۳۷) که قصد دارد با شکار دایناسورهای گیاه‌خوار شکم خانواده‌اش را سیر کند، با واکنش دو توروسورس عصبانی روبه‌رو می‌شود. شواهد زیادی از جنگ سراتوپسیدها با دایناسورهای گوشت‌خوار وجود دارد؛ مثلاً جای گازگرفتگی تیرانوسورس روی استخوان‌های یقه پس سری و لگن سراتوپسیدها که اطلاعات خوبی در مورد قدرت آرواره تیرانوسورس به‌دست می‌دهد.





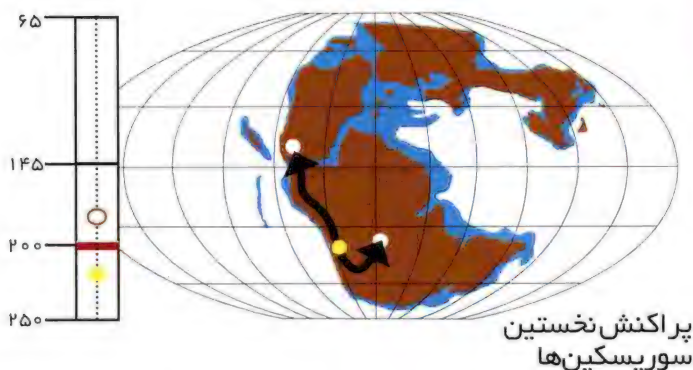
سوریسکین‌ها از دهایان گیاه‌خوار، گاوهای گوشت‌خوار

سوریسکین‌ها گروهی بسیار بزرگ و متنوع از دایناسورهای گوشت‌خوار، همه چیزخوار و گیاه‌خوار بودند. بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین دایناسورها جزء همین گروه‌اند. برخلاف تصور بیشتر مردم، همه دایناسورها در پایان کرتاسه منقرض نشده‌اند بلکه گروهی از دایناسورهای سوریسکین تا امروز به زندگی ادامه داده‌اند و امروزه متنوع‌ترین گروه مهره‌داران خشکی‌زی هستند. این گروه باقی‌مانده، همین پرندگان آشنا هستند. سوریسکین‌های دیگر هم با پرندگان امروزی تفاوت‌های چندانی زیادی نداشته‌اند. حتی بزرگ‌ترین سوریسکین‌ها، یعنی سوروپودهای چهارپای گردن‌دراز غول‌پیکر گیاه‌خوار، مثل پرندگان استخوان‌هایی توخالی داشته‌اند که به کیسه‌های هوایی شش‌هایشان متصل بوده است تا وزن بدنشان را سبک‌کند. سوریسکین‌ها شامل دو گروه بزرگ و یک خانواده ابتدایی بودند: یکی سوروپودها^۲ و خویشاوندان کوچک‌ترشان، که در مجموع سوروپودومورف‌ها^۳ نامیده می‌شوند و دیگری هم پرندگان و خویشاوندان بزرگ‌ترشان که در مجموع تروپود^۴ نام دارند. سوروپودومورف‌ها اغلب گیاه‌خوار (جز چند نمونه ابتدایی) و تروپودها اغلب گوشت‌خوار بودند و در میان آن‌ها، تنها چند گروه همه‌چیزخوار و البته چند نمونه کاملاً گیاه‌خوار وجود داشت. خانواده هریراسوریدها^۵ نیز ابتدایی‌ترین تبار از دایناسورهای سوریسکین بودند.

پیدایش و تکامل دایناسورهای سوریسکین

درست مانند دایناسورهای اورنی‌تیسکین^۶ (فصل ۱۱-۲۱) نخستین سوریسکین‌ها حیوانات نسبتاً کوچک پشمالویی بودند که در آمریکای جنوبی می‌زیستند. برخلاف نخستین اورنی‌تیسکین‌ها، سوریسکین‌های ابتدایی همگی شکارچی حیوانات کوچک و حشرات بودند. طی زمانی کمتر از پنج میلیون سال، این دایناسورهای کوچک در سه تبار تکامل یافتند:

۱. هریراسوریدها که خانواده‌ای از دایناسورهای شکارچی ۲ تا ۴ متری بودند و تا کنون تنها از آمریکای جنوبی و شمالی شناسایی شده‌اند.
۲. تروپودها (فصل ۲۹-۴۸) که حیواناتی بسیار شبیه به هریراسوریدها بودند. حتی بسیاری از دانشمندان معتقدند که هریراسوریدها خود گروهی از دایناسورهای تروپود بوده‌اند. اغلب تروپودها شکارچی‌های کوچک ۲ تا ۳ متری بوده‌اند اما چندین گروه سنگین‌وزن (فصل ۳۱-۳۳) و غول‌پیکر (فصل ۳۴-۳۷) نیز در میان آن‌ها پیدا شده‌اند. پرندگان (فصل ۴۷-۴۸) یکی از تبارهای تروپودها هستند که در اواخر دوره ژوراسیک ظاهر شده‌اند و این بخت را داشته‌اند که تنها گروه باقی‌مانده دایناسورها در دوران سنوزوئیک باشند.
۳. سوروپودومورف‌ها (فصل ۲۳-۲۸) تبار بسیار متنوع دیگری هستند که به جز چند نوع ابتدایی‌شان، همگی گیاه‌خوار، سنگین‌وزن، چهارپا و گردن‌دراز بوده‌اند. سوروپودومورف‌ها در کنار دایناسورهای اورنی‌تیسکین مهم‌ترین گیاه‌خواران دوران مزوزوئیک بوده‌اند. سوروپودومورف‌های ابتدایی‌تر (فصل ۲۳-۲۴) بعضاً کوچک‌تر و دوپا و یکی دو نمونه از آن‌ها همه‌چیزخوار بودند. این نمونه‌های حدواسط در اوایل ژوراسیک در رقابت با پسرعموهای غول‌پیکرشان (سوروپودها: فصل ۲۴-۲۸) شکست خوردند و منقرض شدند.



منظره‌ای از آمریکای جنوبی در ۲۲۰ میلیون سال پیش

یک هریراسورس^۷ در کنار چند نوع مهره‌دار بزرگ دیگر که خویشاوندان پستانداران و کروکودیل‌ها محسوب می‌شدند (فصل ۷ و ۸)، از شکارش محافظت می‌کند. هریراسورس ۴/۵ متر طول و تقریباً ۲۰۰ کیلوگرم وزن داشت که در مقایسه با دایناسورهای هم‌دوره‌اش بزرگ است، اما خویشاوندان کروکودیل‌ها طعمه‌ای لذیذ محسوب می‌شد. محل زندگی هریراسورس‌ها جنگل‌های انبوه مرطوب فصلی با گیاهان مخروطی بلند بود.

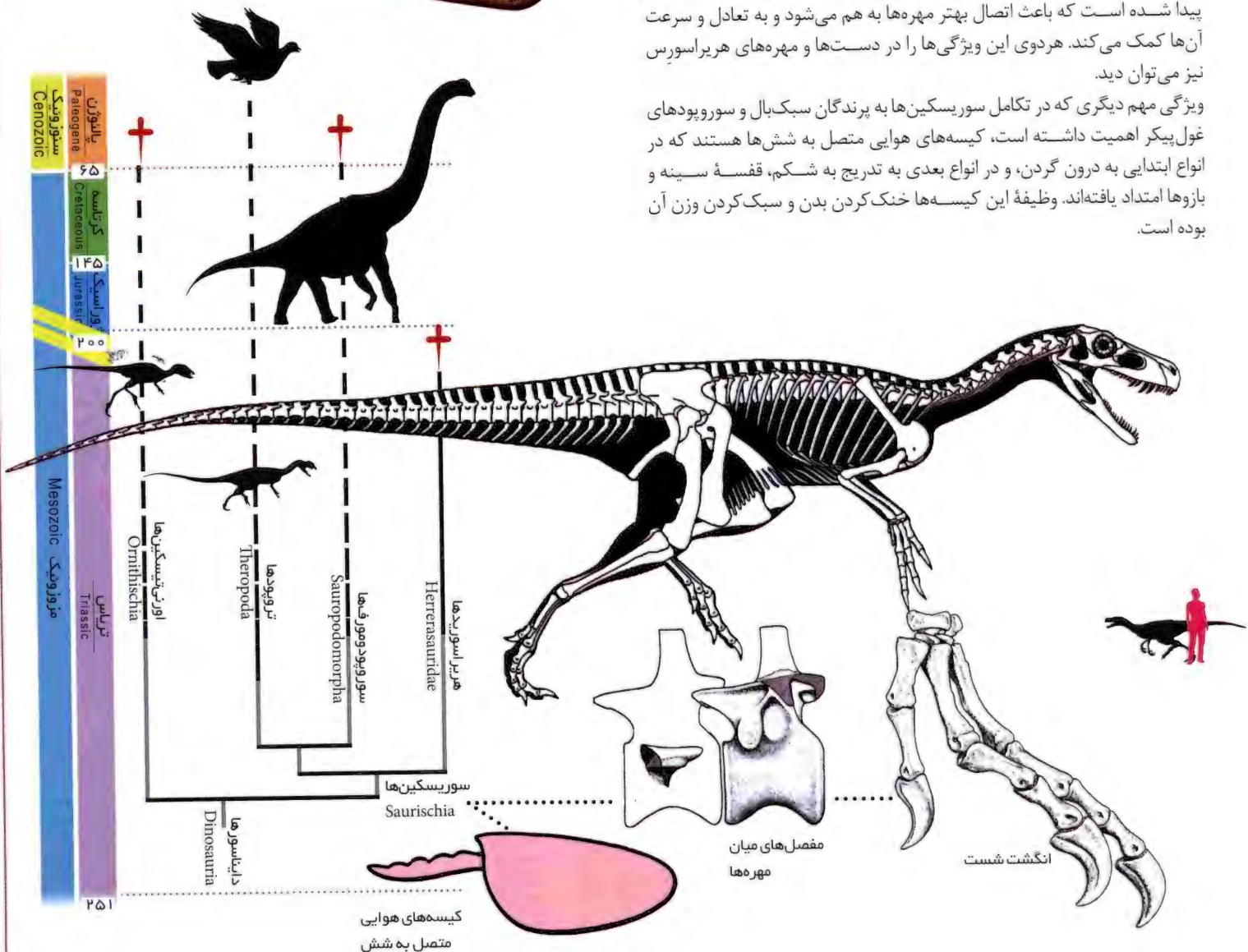


ویژگی‌های مشترک هریراسورس با سوریسکین‌های دیگر

بیش از صد سال پیش، زمانی که بسیاری از گروه‌های دایناسورها نام‌گذاری می‌شدند، هنوز درک درستی از ویژگی‌های آن‌ها وجود نداشت. نام سوریسکین به معنای «لگن خزنده‌ای» است؛ زیرا تصور می‌شد که استخوان لگن این گروه از دایناسورها برخلاف اورنی‌تیسکین‌ها (یعنی لگن‌پرنده‌ای‌ها؛ **فصل ۱۱**) شبیه به خزندگان است؛ یعنی استخوان شرمگاهی آن‌ها رو به جلو قرار دارد اما در حقیقت چندین گروه از همین «لگن‌خزنده‌ای‌ها» دارای استخوان‌های شرمگاهی برگشته به عقب هستند که درست شبیه «لگن‌پرنده‌ای‌ها» است. از همه جالب‌تر اینکه خود پرندگان جزء «لگن‌خزنده‌ای‌ها» هستند؛ یعنی سوریسکین‌ها، هستند! هریراسوریدها ابتدایی‌ترین نماینده این گروه است. به لگن هریراسورس و دندان‌های تیز او توجه کنید! قسمت پهن زیر استخوان شرمگاهی، که «کفشک» نام دارد، در زمان استراحت وزن حیوان را تحمل می‌کرده است.

برخی از ویژگی‌های مشترک همه سوریسکین‌ها عبارت‌اند از: انگشت نخست دست (انگشت شست) مثل انگشت شست انسان و نخستی‌های دیگر روبه‌روی دیگر انگشتان قرار گرفته است. در مهره‌های این دایناسورها یک زائده مفصلی اضافی پیدا شده است که باعث اتصال بهتر مهره‌ها به هم می‌شود و به تعادل و سرعت آن‌ها کمک می‌کند. هردوی این ویژگی‌ها را در دست‌ها و مهره‌های هریراسورس نیز می‌توان دید.

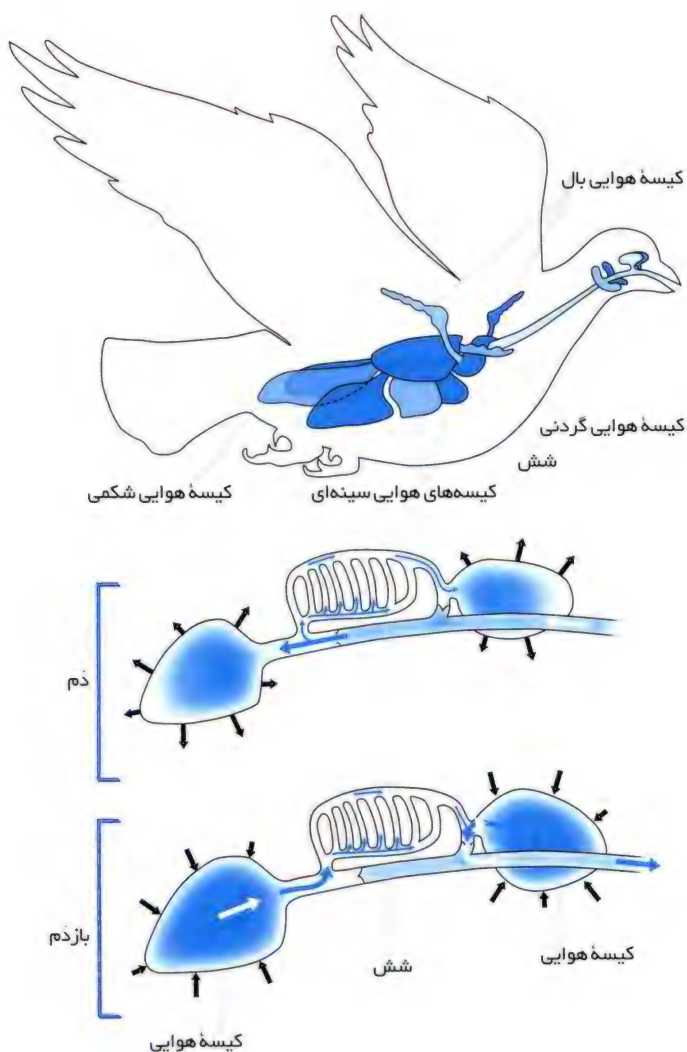
ویژگی مهم دیگری که در تکامل سوریسکین‌ها به پرندگان سبک‌بال و سورپویدهای غول‌پیکر اهمیت داشته است، کیسه‌های هوایی متصل به شش‌ها هستند که در انواع ابتدایی به درون گردن، و در انواع بعدی به تدریج به شکم، قفسه سینه و بازوها امتداد یافته‌اند. وظیفه این کیسه‌ها خنک کردن بدن و سبک کردن وزن آن بوده است.



دستگاه تنفس در پرندگان امروزی و خویشاوندان غول‌پیکر شان

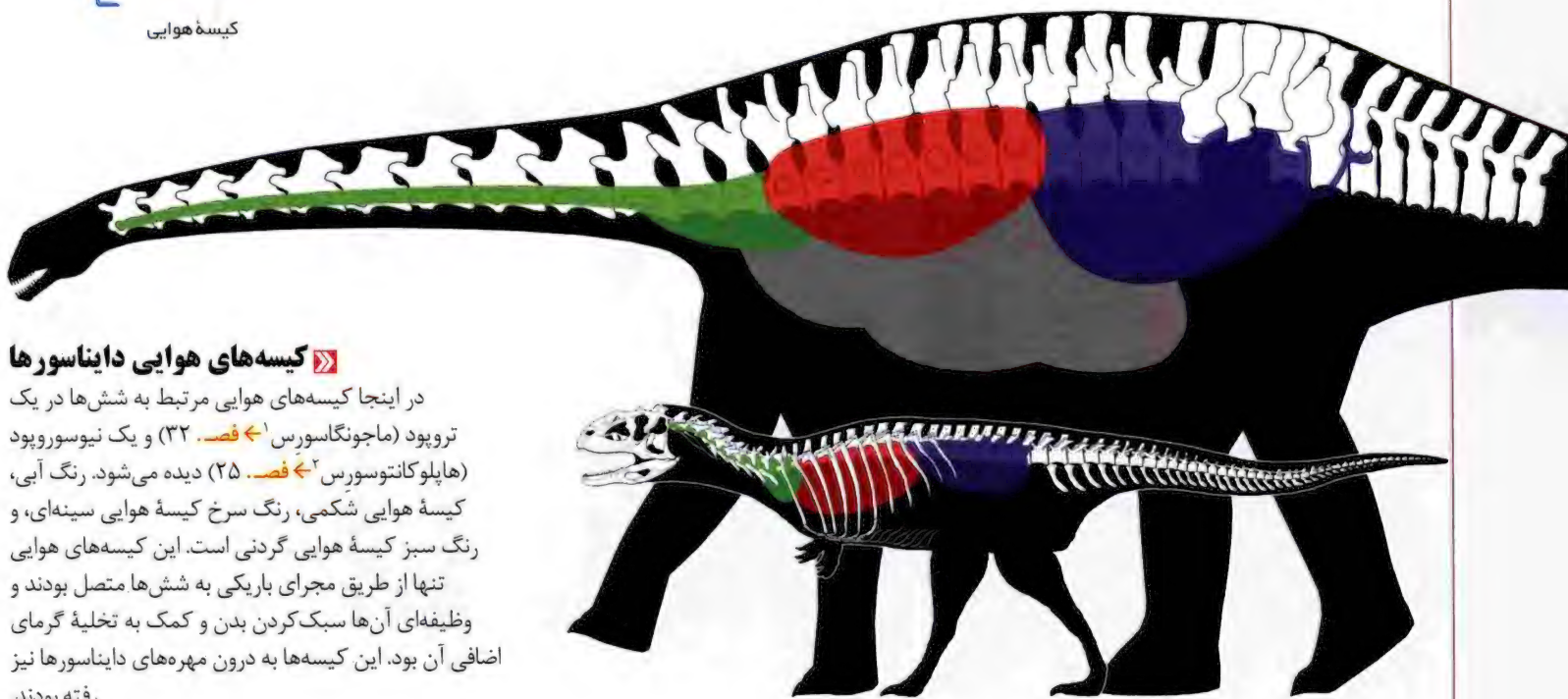
دستگاه تنفس پرندگان، کارآمدترین نمونه در میان همه مهره‌داران است. این دستگاه تنفسی می‌تواند برای کاری نفس‌گیر و انرژی‌بر مثل پرواز، اکسیژن کافی تأمین کند. شش‌های پرندگان برخلاف دیگر مهره‌داران «خانه‌های ششی» ندارد. در عوض، قسمت جذب‌کننده اکسیژن، لوله‌های میکروسکوپی باریکی هستند که هوا دائماً در یک جهت در آن‌ها حرکت می‌کند. طرز کار این شش‌ها فوق‌العاده وابسته به دو دسته کیسه‌های هوایی است که در شکم و سینه پرندگان، نقش مکند و دم‌ننده هوا را بازی می‌کنند و همواره جریان ثابتی از هوا را در درون شش‌ها از عقب به جلو حرکت می‌دهند. البته این سازوکار بی‌نظیر مختص پرندگان نیست. همه دایناسورهای سوریسکین (که پرندگان نیز تباری از آن‌ها محسوب می‌شوند) دارای همین سازوکار تنفسی بوده‌اند. در دایناسورهای سوروپودومورف (← فصل ۲۳-۲۸) این کیسه‌های هوایی علاوه بر اینکه به جانور در تنفس کمک می‌کرده‌اند، باعث سبک‌شدن وزن و خنک‌شدن بدن‌های حجیم این حیوانات هم می‌شده‌اند و بسیاری از مشکلات ناشی از سنگینی زیادشان را نیز حل می‌کرده‌اند. در تروپودها (دایناسورهای دویا، پردار و اغلب شکارچی یا همه‌چیزخوار) این کیسه‌های هوایی اکسیژن کافی را برای دویدن در سرعت‌های زیاد فراهم می‌آوردند و گرمای بدن جانور را تخلیه می‌کردند. پرندگان، گروهی از تروپودهای کوچک بودند که از کیسه‌های هوایی برای پریدن و جست‌وخیز میان شاخه‌های درختان استفاده کردند و سرانجام به توانایی پرواز دست یافتند.

نکته عجیب ماجرا این است که ظاهراً علاوه بر دایناسورهای سوریسکین، تروسورها (← فصل ۹) نیز کیسه‌های هوایی مشابهی داشته‌اند. بنابراین، ممکن است این ویژگی در نیای مشترک دایناسورها و تروسورها پیدا شده اما در دایناسورهای اورنی‌تیسکین (← فصل ۱۱-۲۱) از میان رفته‌باشد.



کیسه‌های هوایی دایناسورها

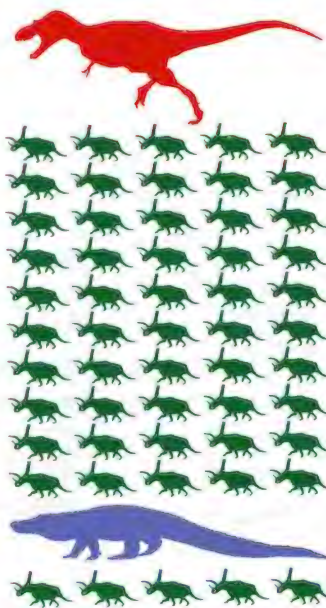
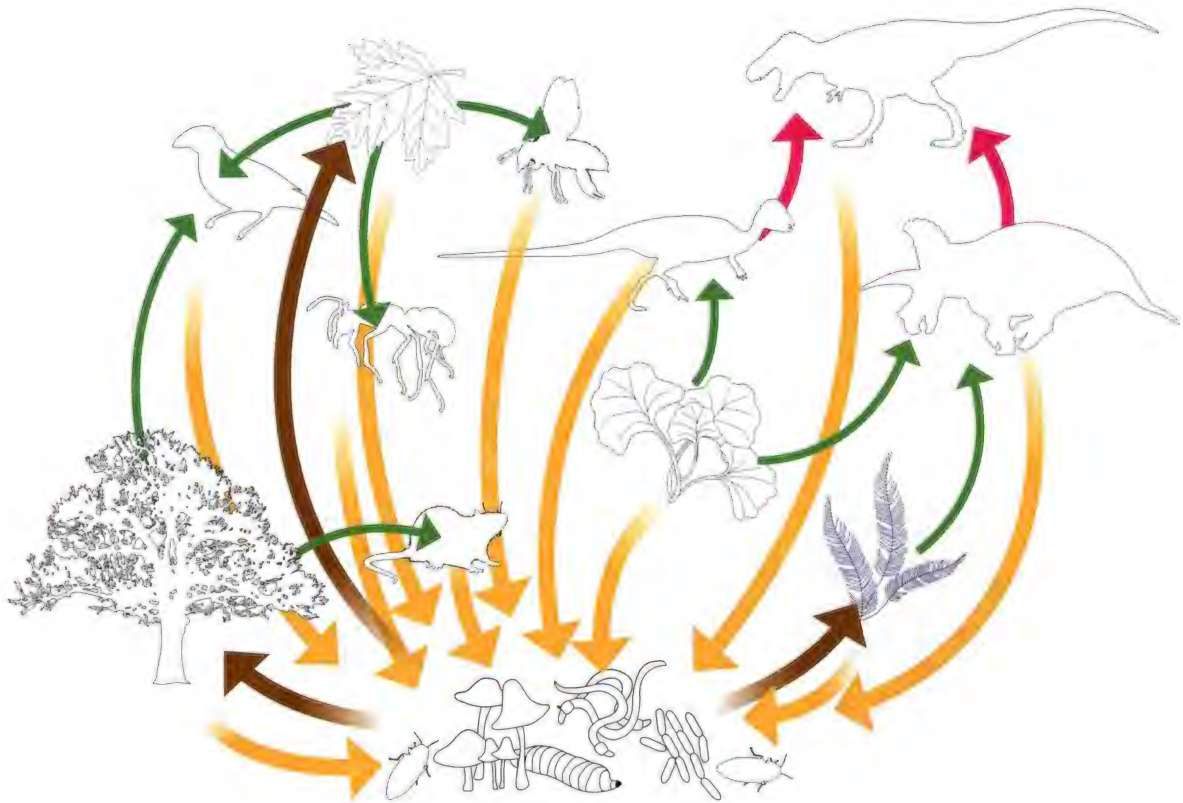
در اینجا کیسه‌های هوایی مرتبط به شش‌ها در یک تروپود (ماجونگاسورس^۱ ← فصل ۳۲) و یک نیوسورپود (هاپلوکانتوسورس^۲ ← فصل ۲۵) دیده می‌شود. رنگ آبی، کیسه هوایی شکمی، رنگ سرخ کیسه هوایی سینه‌ای، و رنگ سبز کیسه هوایی گردنی است. این کیسه‌های هوایی تنها از طریق مجرای باریکی به شش‌ها متصل بودند و وظیفه‌ای آن‌ها سبک‌کردن بدن و کمک به تخلیه گرمای اضافی آن بود. این کیسه‌ها به درون مهره‌های دایناسورها نیز رفته بودند.



حلقه‌های بوم‌شناختی میان دایناسورها و موجودات دیگر در کرتاسه بالایی، آمریکای شمالی

جنگلی به قدمت ۶۵ میلیون سال گرم تصور کنید که در غرب آمریکای شمالی قرار دارد. تیرانوسور، گوشت‌خوار اصلی منطقه است و شکارهایش شامل دایناسورهایی مثل ترای‌سراتوپس (← فصل ۲۱) و پاکی‌سفالوسورس (← فصل ۱۹) می‌شود. پاکی‌سفالوسورس و ترای‌سراتوپس از گیاهانی مثل جینگو و سیکاد تغذیه می‌کنند.

حیوانات دیگر، مثل حشرات و پستانداران، نیز جزئی از این روابط بوم‌شناختی هستند. خطوط سرخ نشان‌دهنده خورده‌شدن حیوانات توسط گوشت‌خوارها و خطوط سبز نشانه خورده‌شدن گیاهان توسط گیاه‌خواران است. خطوط قهوه‌ای مصرف مواد غذایی پوسیده (کود) توسط گیاهان را نشان می‌دهد. خطوط زرد هم نشانه بازگشت گوشت‌خواران، گیاه‌خواران و گیاهان به خاک و پوسیدن آن‌ها توسط گندخوارهاست.



در هر منطقه، با مطالعه سنگواره‌های دایناسورهای گوشت‌خوار و گیاه‌خوار و نسبت نمونه‌های مربوط به هر کدام می‌توان روابط بوم‌شناختی میان دایناسورها و موجودات دیگر را ترسیم کرد اما این بررسی چه ضرورتی دارد؟

دایناسورهای گوشت‌خوار و گیاه‌خوار در زیست‌بوم

دایناسورها طی دوران ژوراسیک و کرتاسه، مهم‌ترین جانوران گیاه‌خوار و شکارچی روی خشکی‌های زمین بودند. آن‌ها همان نقشی را داشتند که امروزه شیرها، ببرها، گوزن‌ها و آهوها دارند.

یکی از مهم‌ترین فواید بررسی روابط بوم‌شناسی دایناسورها، مقایسه آن‌ها با روابط بوم‌شناختی پستانداران امروزی است. پستانداران، خون‌گرم و تمساح‌ها خون‌سردند. اگر میزان شکارهای یک شیر را در یک سال محاسبه کنیم، متوجه می‌شویم که چندین برابر یک کروکودیل هم‌وزن خود غذا خورده است. دلیل این موضوع، خون‌گرم بودن شیرهاست. شکارچیان خون‌گرم نسبت به شکارچیان خون‌سرد به غذای بسیار بیشتری نیاز دارند. تا کنون حلقه‌های بوم‌شناختی دایناسورها در مناطق بسیاری بررسی شده است. پاسخ‌های به‌دست آمده از این شواهد سنگواره‌ای نشان می‌دهد که دایناسورهای گوشت‌خوار نیز مانند پستانداران غذای زیادی مصرف می‌کرده و سوخت‌وساز بالایی داشته‌اند.

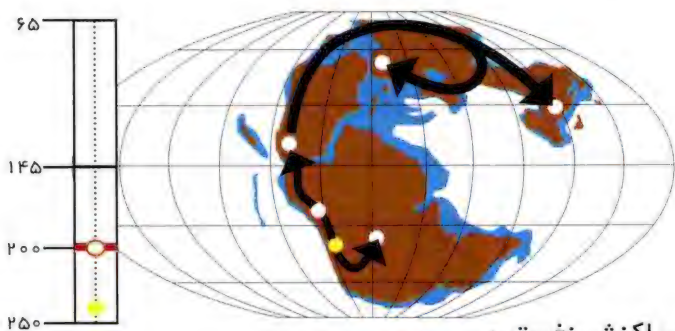


سورپودومورفا غازهای پوست کلفت

حیواناتی یکی دو متری و همه چیز خوار بودند. در میان این دایناسورهای کوچک و ابتدایی، عجیب ترین نمونه ساراسورس^۷ است که ۴ متر طول و نیم تن وزن داشت و در ژوراسیک پایینی در آمریکای شمالی می زیست. بزرگ شدن بدن نشان می دهد که این دایناسورها اندک اندک به سمت گیاه خواری پیش می رفته اند. نکته عجیب در مورد ساراسورس پنجه های خیلی بزرگ آن است که نشان می دهد این داینوسور شکارچی ماهری بوده است.

پلاتیوسوریدها^۸، ریوهایسوریدها^۹، ماسوس پوندیلیدها^{۱۱}، و یونانوسوریدها^{۱۲} چهار خانواده نسبتاً پیشرفته تر بودند که اغلب ۴ تا ۱۰ متر طول داشتند. استخوان بندی آن ها اندک اندک بزرگ تر، مستحکم تر و قوی تر می شد و کیسه های هوایی پرنده مانند درون استخوان های آن ها توسعه بیشتری می یافت. چنین به نظر می رسد که این دایناسورها با وجود وزن زیاد روی دو پا حرکت می کرده اند. سورپودومورف های ابتدایی، مانند اورنی تیسکین ها، دارای ماهیچه های گونه بوده اند و احتمالاً مقارهای کوچکی نیز در آرواره های بالایی و پایینی داشته اند. آن ها با هر شرایطی به سرعت سازگاری می یافتند؛ از بیابان های خشک تا مرداب ها. در برخی مناطق تا ۹۵ درصد جانوران منطقه از همین گروه بوده است.

مرحله بعدی تکامل سورپودومورف ها، پیدایش نخستین سورپودهاست. سورپودها^{۱۳}، حیواناتی بزرگ تر از انواع گفته شده بوده اند که تنوع زیبایی از انواع دندان بندی، شکل جمجمه، طول گردن و شکل مهره ها داشته اند. در فصل های آینده در مورد سورپودها صحبت می کنیم.



پراکنش نخستین
سورپودومورفا

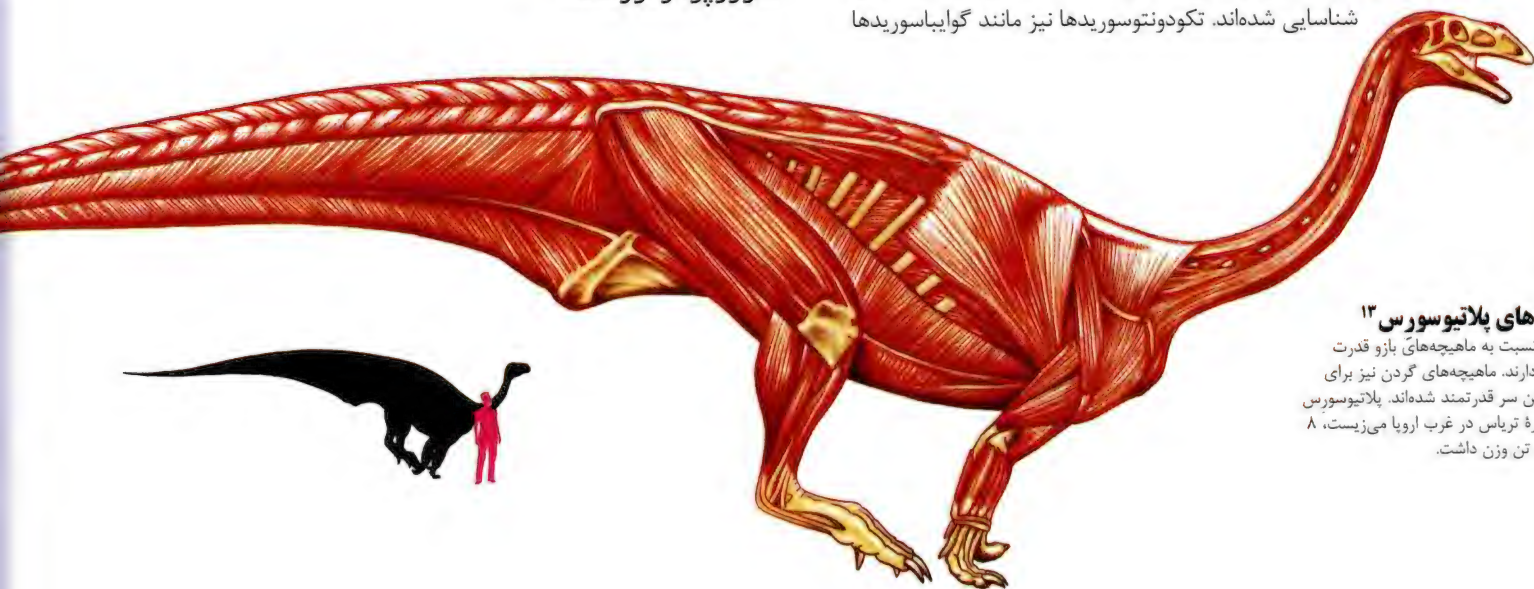
سورپودومورفا^۱ سورپسکین های گیاه خوار غول پیکر و گردن درازی بودند که به بزرگ ترین جانوران خشکی زی کره زمین تبدیل شدند. البته نخستین سورپودومورف ها حیواناتی کوچک، همه چیز خوار، چابک و سریع بودند اما انتخاب تغذیه از گیاهان، به تدریج آن ها را بزرگ و بزرگ تر کرد؛ تا جایی که در دوره ژوراسیک گروهی از آن ها به قدری بزرگ شده بودند که مجبور شدند برای همیشه چهارپا شوند (فصل ۲۴). گردن های دراز آن ها میراثی بود که از نیای مشترک همه دایناسورها به ارث برده بودند اما طی تکامل، طول این گردن به تدریج بیشتر و بیشتر شد. (فصل ۲۵).

تنوع سورپودومورف ها در پایان دوره ژوراسیک به اوج خود رسید اما آن ها تا پایان دوره کرتاسه، به خصوص در خشکی های جنوبی زمین، همچنان به عنوان بزرگ ترین گیاه خواران باقی ماندند.

پیدایش و تکامل دایناسورهای سورپودومورف

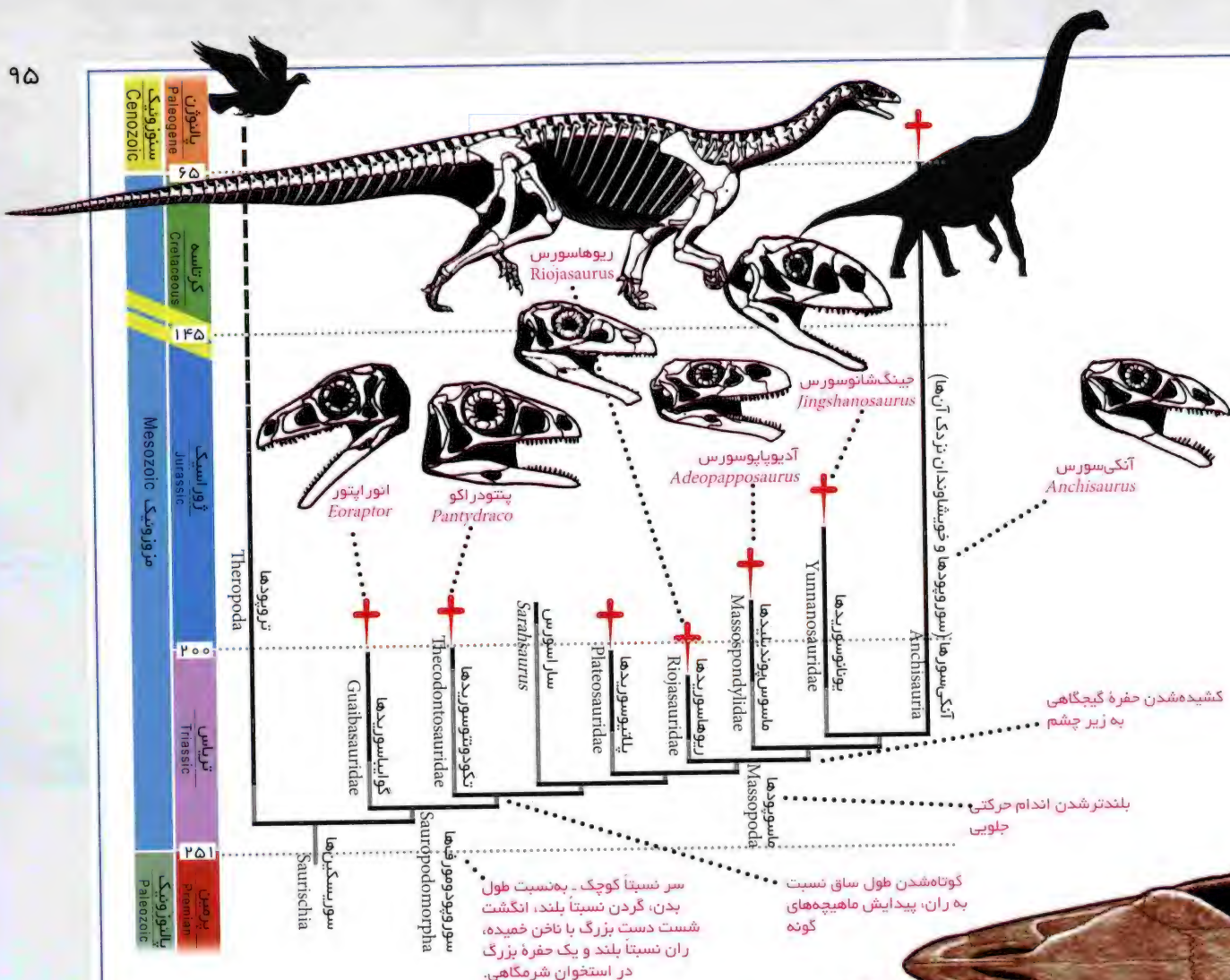
خانواده گویباسوریدها^۲، ابتدایی ترین سورپودومورف ها، شکارچیان یکی - دو متری بودند که در تریاس بالایی در آمریکای جنوبی، اروپا و آفریقا می زیستند. ائورپاتور^۳ یکی از گویباسوریدهایی است که به خوبی شناخته و مطالعه شده است (فصل ۱۰). پان فاگیا^۴ یکی دیگر از اعضای این خانواده است که مانند ائورپاتور، شکارچی حشرات و حیوانات کوچک بود. طول همه این حیوانات بین یک تا دو متر بوده و وزن آن ها از یک مرغ خانگی یا بوقلمون تجاوز نمی کرده است. در گذشته این دایناسورها (به خصوص ائورپاتور) جزء تروپودها^۵ (فصل ۲۹) رده بندی می شدند اما کشف نمونه هایی جدید در سال ۲۰۱۱ نشان داد که گویباسوریدهای شکارچی تباری ابتدایی از سورپودومورف های گیاه خوار بوده اند. برخی از ویژگی هایی که گویباسوریدها و دیگر سورپودومورف ها را در کنار هم قرار می دهد، عبارتند از سر نسبتاً کوچک (به نسبت طول بدن) گردن نسبتاً بلند، انگشت شست دست بزرگ با ناخن خمیده، ران نسبتاً بلند و یک حفره بزرگ در استخوان شرمگاهی. سورپودومورف های بعدی هم کمابیش موجوداتی همه چیز خوار بودند اما به تدریج تغذیه از گیاهان را به شکار ترجیح دادند.

خانواده مهم بعدی تکودونتوسوریدها^۶ بودند که تا کنون تنها در انگلیس شناسایی شده اند. تکودونتوسوریدها نیز مانند گویباسوریدها



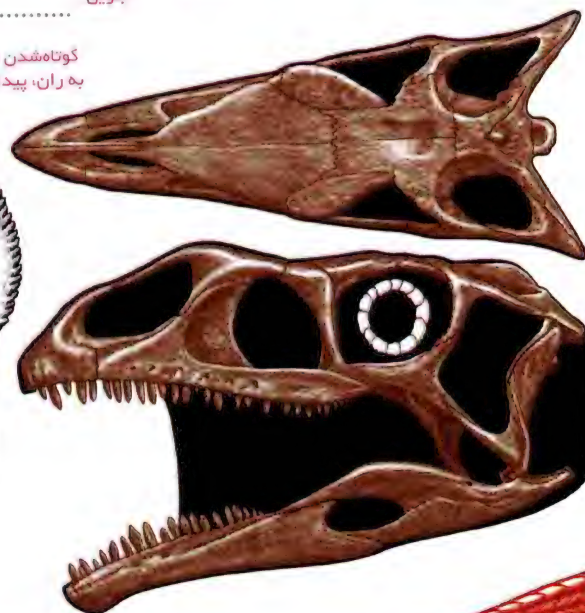
ماهیچه های پلاتیوسورس^{۱۳}

ماهیچه های پلاتیوسورس به ماهیچه های بازو قدرت بسیار بیشتری دارند. ماهیچه های گردن نیز برای افراشته نگه داشتن سر قدرتمند شده اند. پلاتیوسورس که در اواخر دوره تریاس در غرب اروپا می زیست، ۸ متر طول و یک تن وزن داشت.



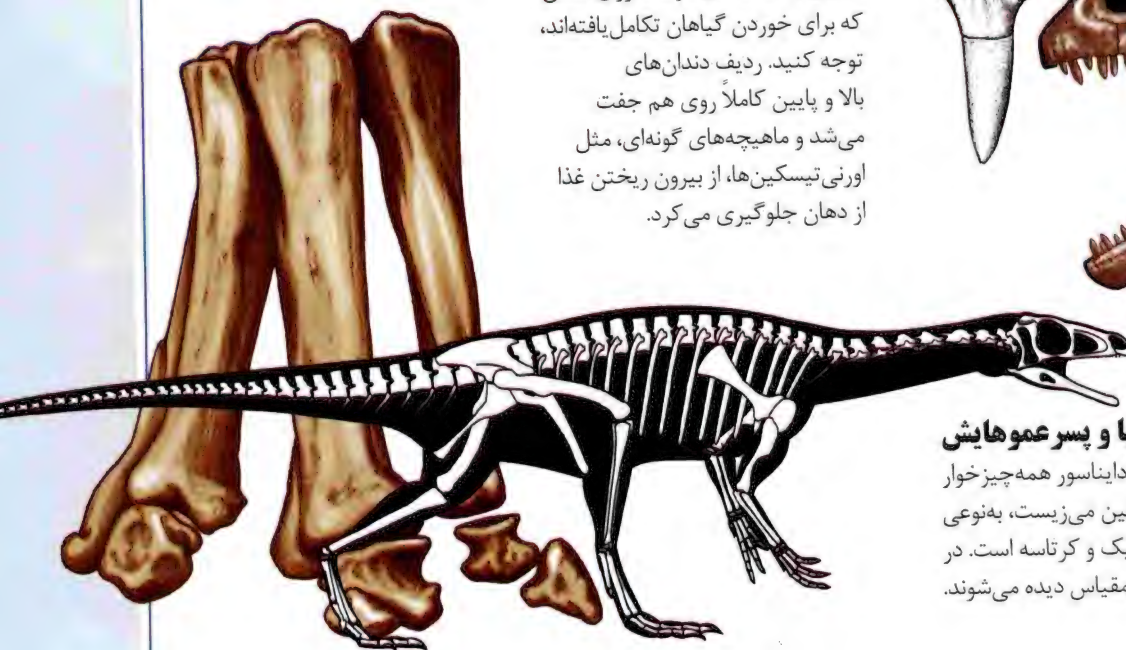
جمجمہ پلاٹیسورس

به شکل برگ مانند دندان های این حیوان و دندانه های درشت روی دندان که برای خوردن گیاهان تکامل یافته اند، توجه کنید. ردیف دندان های بالا و پایین کاملاً روی هم جفت می شد و ماهیچه های گونه ای، مثل اورنی تیسکین ها، از بیرون ریختن غذا از دهان جلوگیری می کرد.



پان فاگیا و یسر عموهایش

پان‌فاگیا در زبان یونانی به معنای «همه‌چیزخوار» است. این دایناسور همه‌چیزخوار ۱/۵ متری که ۲۲۰ تا ۲۲۸ میلیون سال پیش در آرژانتین می‌زیست، به نوعی خالهٔ بزرگ گیاه‌خواران چندین تنی دوره‌های ژوراسیک و کرتاسه است. در این تصویر، اسکلت پان‌فاگیا و دست یک سورپود برای مقیاس دیده می‌شوند.



آیا گروهی به نام «پروسوروپودها» وجود دارد؟

در گذشته نه‌چندان دور، سوروبودومورف‌ها به‌سادگی شامل دو گروه بزرگ می‌شدند: پروسوروبودها^۱ و سوروبودها اما تا اینجا هیچ صحبتی از گروه «پروسوروبودها» به میان نیاورده‌ایم؛ هرچند در این فصل به همان دایناسورهایی که پیش‌تر در گروه «پروسوروبودها» رده‌بندی می‌شدند، پرداخته‌ایم.

همان‌طور که در فصل ۴ توضیح دادیم، مبنای رده‌بندی دو گروه در کنار هم، شباهت‌هایی است که این دو شرط بر آن‌ها حاکم باشند: (۱) این شباهت‌ها در نیای مشترک دو گروه هم وجود داشته باشند و (۲) این شباهت‌ها پیش از آخرین نیای مشترک دو گروه، در گروه‌های دیگر پیدانشده باشند. پریشی که در آن فصل مطرح کردیم، این بود که کروکودیل‌ها به پرندگان بیشتر شبیه‌اند یا به مارمولک‌ها، که احتمالاً تا اینجا پاسخ آن را پیدا کرده‌اید اما فرض شباهت بیشتر میان کروکودیل و پرندگان، مانع می‌شود که گروهی به‌نام «خزندگان» درست کنیم و «پرندگان» را جزء آن گروه نیاوریم. همین منطق در بسیاری موارد دیگر نیز



باعث آن شده است که در رده‌بندی‌های منتشرشده در بیست‌ساله اخیر، گروه‌های معروفی مثل «بی‌مهرگان»، «ماهی‌ها» و «آغازیان» از هم بپاشند و به چند گروه کوچک‌تر تجزیه‌شوند.

دقیقاً همین اتفاق برای «پروسوروبودها» هم افتاده است. در گذشته پلاتیوسوریدها، ریوهاسوریدها و دیگر خانواده‌های ابتدایی تبار سوروبودومورف‌ها در کنار هم به‌نام «پروسوروبود» شناخته می‌شدند اما کنار هم قرار دادن آن‌ها باید بر مبنای شباهت‌هایی باشد که «تنها» در همین چند گروه دیده‌شود، نه حتی در سوروبودها. برعکس، نه تنها شباهتی جدی میان این چند گروه وجود ندارد بلکه برخی از آن‌ها شباهت‌های بیشتری با سوروبودها نشان می‌دهند. این نکته باعث می‌شود که دیگر از گروهی به نام «پروسوروبودها» صحبت نکنیم و این موجودات را صرفاً سوروبودومورف‌های ابتدایی بدانیم.

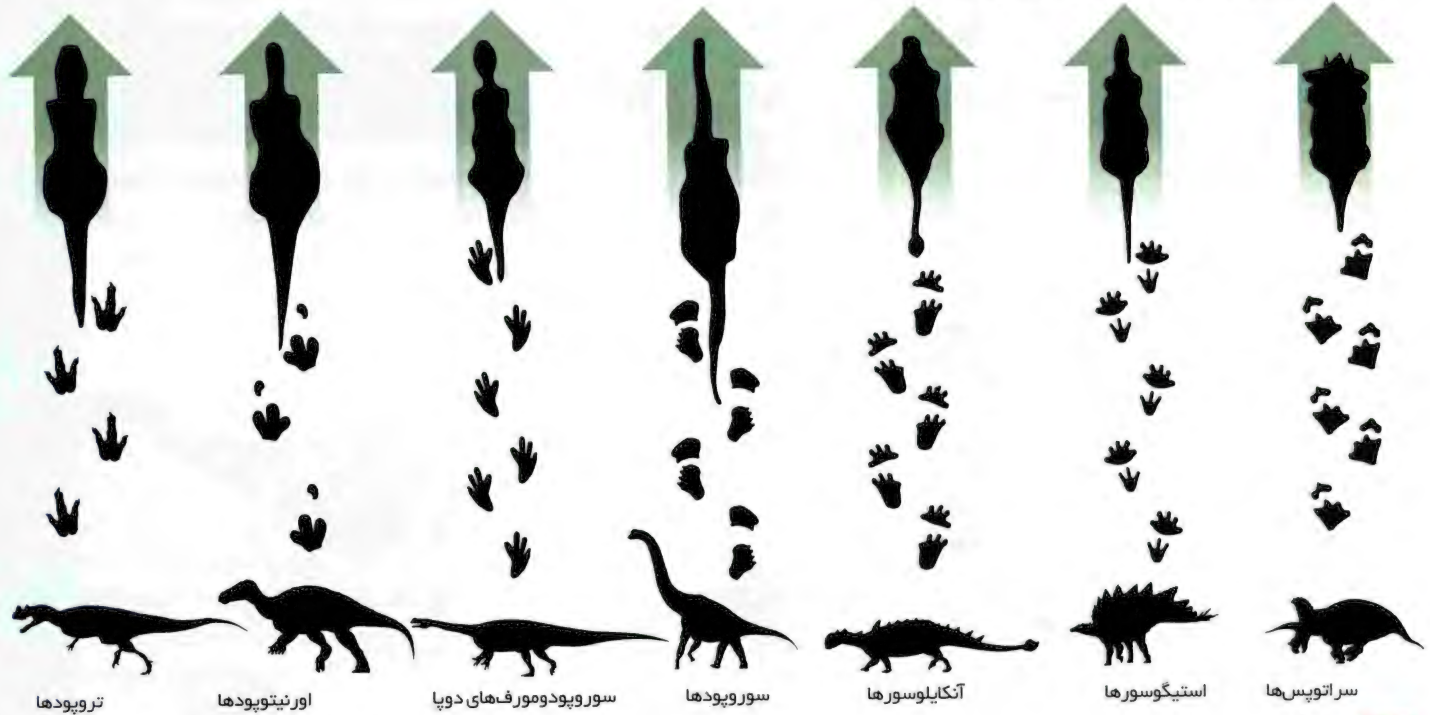
ساراسورس

این سوروبودومورف ۴ متری در حدود ۱۹۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. نکته جالب در مورد ساراسورس، پنجه‌های بزرگ و تیز دست‌اش است که از آن‌ها برای شکار حیوانات کوچک یا در هنگام رقابت‌های تولیدمثل، یا برای جنگیدن با شکارچی‌ها استفاده می‌کرده است.



دو پا یا چهار پا

دایناسورهای ابتدایی موجوداتی کوچک و دوندۀ بودند و روی دو پای عقب خود راه می‌رفتند اما چند گروه از دایناسورهای گیاه‌خوار، از جمله ثایریوفورها^۱ (فصل ۱۲-۱۴)، سراتوپس‌ها^۲ (فصل ۲۰-۲۱) و سوروپودومورف‌ها^۳ (فصل ۲۳-۲۸) روندی تدریجی را به سمت چهارپا شدن طی کردند. در مورد دایناسورهای کاملاً دو پا یا دایناسورهای کاملاً چهار پا هیچ تردیدی وجود ندارد اما قضاوت کردن در مورد بسیاری از دایناسورهای حدواسط در این میان دشوار است. با وجود این، بعضی شواهد موجود به ما کمک می‌کنند تا در مورد شیوۀ راه رفتن دایناسورها قضاوت کنیم.



رد پا

۱۹۶ میلیون سال پیش در آفریقا می‌زیسته و تقریباً نیم تن وزن داشته است، نشان می‌دهد که آردونیکس و بیشتر سوروپودومورف‌های ابتدایی‌تر روی دو پای عقبی خود راه می‌رفته‌اند. در فصل آینده نیز با کمال تعجب می‌بینیم که آردونیکس، خویشتن بسیار نزدیک سوروپودهای چهارپا بوده است.

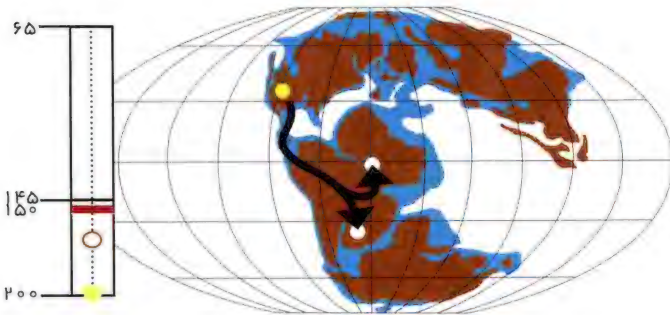
ردپای گروه‌های مختلف دایناسورها، به خوبی نشان‌دهندۀ نوع و سرعت راه رفتن آن‌هاست (فصل ۱۵). ردپاهای به جا مانده از اورنیتومورف‌ها^۴ و سوروپودومورف‌های ابتدایی (فصل ۱۵-۱۷) هم حرکت روی چهارپا و هم حرکت روی دو پا را تأیید می‌کنند.

ساختمان دست‌ها و پا

بررسی ساختار استخوان‌بندی نشان می‌دهد که کدام گروه از دایناسورها می‌توانسته‌اند وزنشان را روی دست‌هایشان بیندازند و کدام گروه‌ها نمی‌توانسته‌اند. برای مثال، تروپودها^۵ (فصل ۲۹-۴۸) که به شکارچیان غول‌پیکر تکامل یافتند (فصل ۳۴، ۳۵، ۳۷) و برخی از آن‌ها نیز به گیاه‌خوارانی سنگین‌وزن تبدیل شدند (فصل ۳۸، ۴۰ و ۴۲)، هرگز چهاردست‌وپا راه نمی‌رفتند؛ زیرا ساختار مفصل مچ دست آن‌ها مناسب این کار نبود. بررسی‌های اخیر نشان داده است که سیتاکوسورها^۶ (فصل ۲۰) نیز نمی‌توانسته‌اند روی چهارپا حرکت کنند. سنگواره یک سوروپودومورف ۷ متری به نام آردونیکس^۷ که



برمی گردد، سوروپودومورف‌هایی که در تغذیه مانند آن‌ها رفتار می کردند، در رقابت با اورنی تیسکین‌ها شکست خوردند، در عوض، سوروپودومورف‌های جدید که نوع تغذیه جدیدی داشتند، باقی ماندند و تا پایان دوران مزوزوئیک نیز زنده بودند. این گروه اخیر که ماهیچه‌های گونه‌ای خود را از دست داده بودند و دندان‌های قاشق مانند و گردن‌های دراز داشتند، سوروپودها نامیده می شوند. سوروپودها و نزدیک‌ترین خویشاوندان آن‌ها (آنکی سورس، آردونیکس و ملانوروسوریدها^۵) در همه جهان پراکنده بوده‌اند. آنکی سورس در آمریکای شمالی و آردونیکس، ملانوروسوریدها و سوروپودهای ابتدایی مثل وولکانودونتیدها^۶ در جنوب آفریقا پیدا شده‌اند؛ اسپاینوفوروسورس^۷ نیز ساکن غرب آفریقا بود. بنابراین، احتمالاً نخستین سوروپودها در ژوراسیک پایینی از آفریقا به بقیه جهان پراکنده شده‌اند.



پراکنش نخستین آنکی سورها

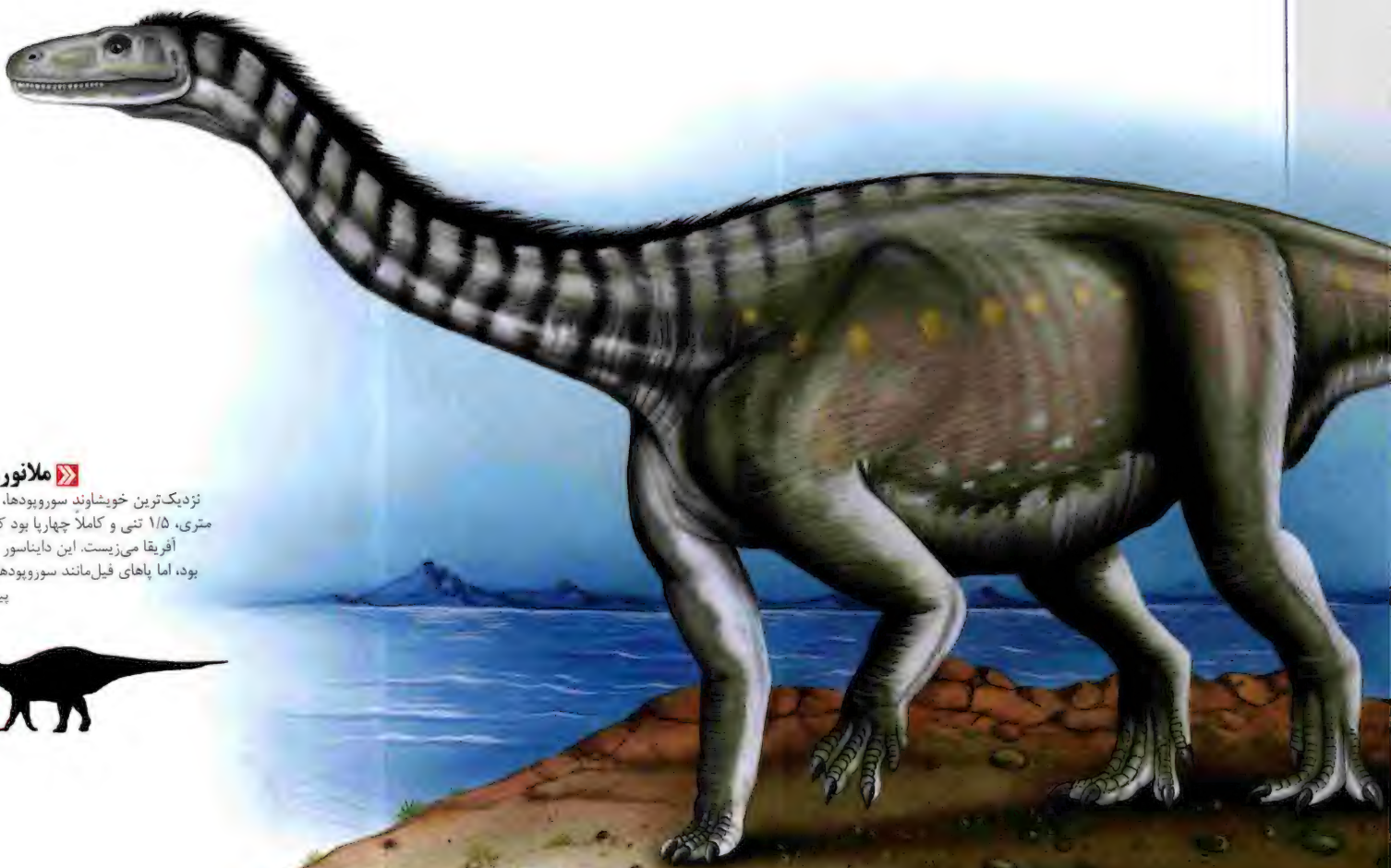
آنکی سورها^۱ گروهی از سوروپودومورف‌ها هستند که شامل دایناسورهای سوروپود^۲ و خویشاوندان بسیار بسیار نزدیک آن‌ها، یعنی حیواناتی مثل آردونیکس^۳ و آنکی سورس^۴ می شوند. نکته جالب این است که آنکی سورس تنها دو متر طول دارد اما ساختار استخوان‌هایش بیش از بسیاری از پلاتیوسورهای ۸ تا ۱۰ متری به سوروپودهای غول پیکر شبیه است. مهم‌ترین تفاوت سوروپودها با این پسرعموهای ابتدایی ترشان، اجبار به حرکت روی چهار پاست.

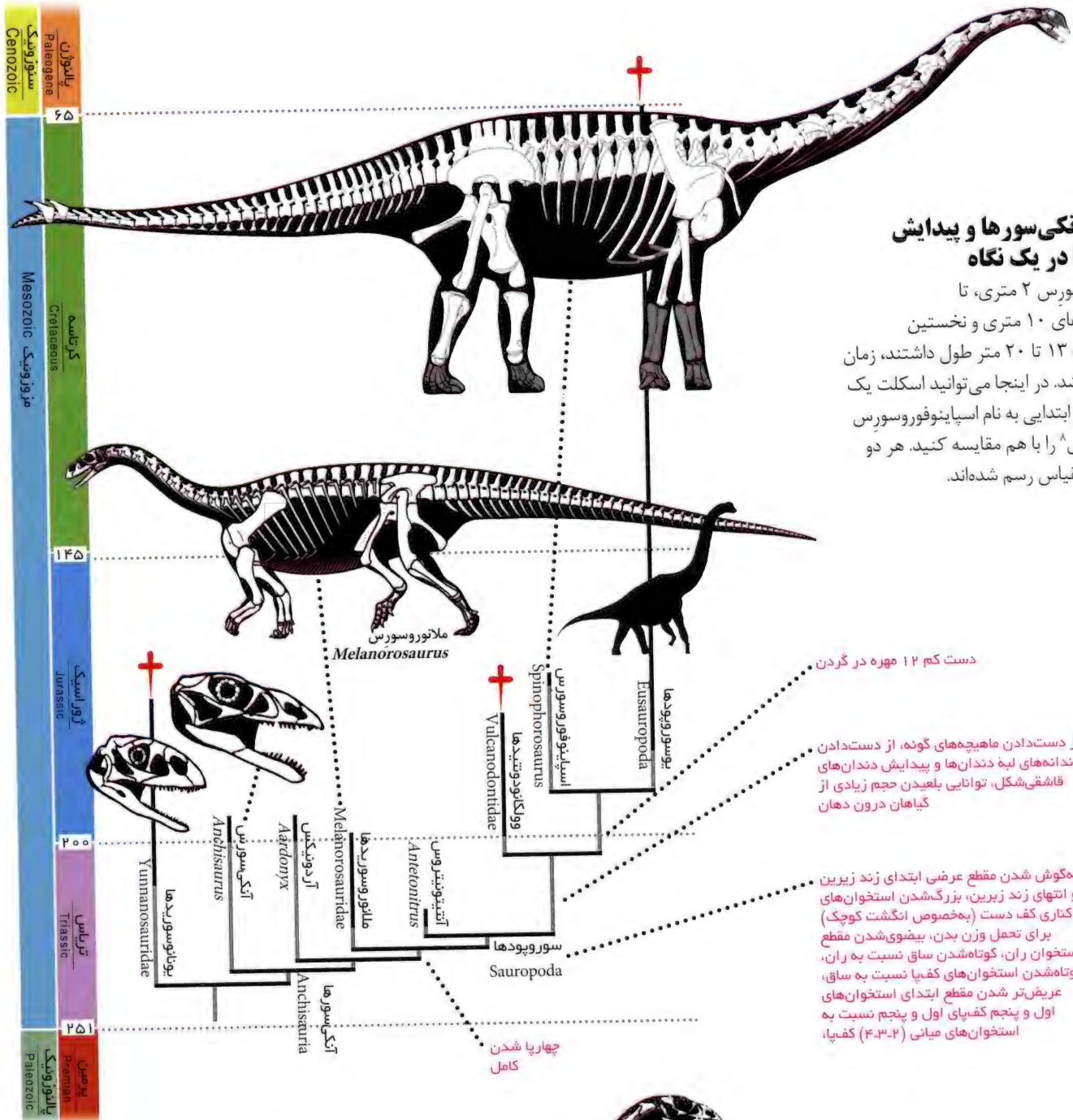
سوروپودها نسبت به پیشینیان خود چه برتری‌هایی داشتند؟

مدت‌هاست دانشمندان از خود می پرسند چرا به جز خود سوروپودها، هیچ سوروپودومورف دیگری به پایان دوره ژوراسیک نرسید؟ چرا سوروپودومورف‌هایی مانند پلاتیوسوریدها منقرض شدند؟ گفتیم که سوروپودومورف‌های گیاه‌خوار، از جمله پلاتیوسوریدها و آنکی سورس‌ها، درست مانند اورنی تیسکین‌ها (← فصل ۱۱ - ۲۱) ماهیچه‌های گونه‌ای داشتند و غذا را درون دهانشان می جویدند. حتی احتمالاً منقار کوچکی نوک آرواره بالا و پایین آن‌ها را می پوشاند. دقیقاً تا دوره ژوراسیک، یعنی زمانی که اورنی تیسکین‌ها شروع به گوناگون شدن کردند، سوروپودومورف‌های دوپای گیاه‌خوار کوچک و بزرگ در سراسر کره زمین پراکنده بودند. گروهی از این دایناسورهای گردن‌دراز نیز پیدا شدند که به جای این کار، حجم زیادی از غذا را می بلعیدند و به کمک سنگدان‌هایشان الیاف گیاهی را می ساییدند؛ بنابراین شکل، دندان‌های برگ‌مانند آن‌ها تغییر کرد و دندان‌هایی پهن، بی دندان و قاشق‌مانند پیدا کردند که به کار بردن شاخ‌وبرگ درختان می آمد. پس از گسترش اورنی تیسکین‌ها و به خصوص پیدایش اورنیتومورف‌ها (← فصل ۱۵) که احتمالاً به واسطه دوره ژوراسیک

ملانوروسورس

نزدیک‌ترین خویشاوند سوروپودها، جانوری ۱۰ متری، ۱/۵ تنی و کاملاً چهارپای بود که در جنوب آفریقا می زیست. این دایناسور چهارپای شده بود، اما پاهای قیل‌مانند سوروپودها هنوز در او پیداشده بود.





تکامل آنکی‌سورها و پیدایش سوروپودها در یک نگاه

از زمان آنکی‌سورس ۲ متری، تا ملانوروسوریدهای ۱۰ متری و نخستین سوروپودها، که ۱۳ تا ۲۰ متر طول داشتند، زمان اندکی سپری شد. در اینجا می‌توانید اسکلت یک سوروپود بسیار ابتدایی به نام اسپینوفوروسورس و ملانوروسورس^۸ را با هم مقایسه کنید. هر دو نمونه به یک مقیاس رسم شده‌اند.

آنکی‌سورس

یکی از نزدیک‌ترین خویشاوندان سوروپودها، جانوری ۲ متری و ظریف به نام آنکی‌سورس بود. اگر استخوان‌های این دایناسور و سوروپودهای بزرگ‌تر را مقایسه کنید، متوجه برخی شباهت‌ها می‌شوید؛ مثلاً حفرة گیجگاهی آن‌ها (برخلاف سوروپودومورف‌های قبلی) به زیر چشم کشیده شده است. حفرة گیجگاهی محل عبور بخشی از ماهیچه‌های آرواره است و تغییر جای آن تغییر در نوع جویدن غذا را نشان می‌دهد.

یوسوروپودها فیل‌هایی با گردن زرافه

یوسوروپودها^۱ دربرگیرندهٔ شناخته‌شده‌ترین سوروپودها هستند. آن‌ها دایناسورهایی بسیار غول‌پیکر بوده‌اند که احتمالاً از چین برخاسته و از آنجا در سراسر جهان پراکنده شده‌اند. شونوسورس^۲ به‌عنوان ابتدایی‌ترین یوسوروپود، با اسپاینوفوروسورس^۳ تفاوت اندکی داشت. چند خانوادهٔ دیگر نیز در ابتدای تکامل یوسوروپودها دیده می‌شوند که از آن میان، ممنچی‌سوریدها^۴ به خاطر گردن‌های درازشان معروف‌ترند. سرانجام، تبار نیوسوروپودها^۵، که اوج تکامل این گروه است، خود شامل دو تبار بزرگ می‌شود: دیپلودوکوئیدها^۶ با دم‌های دراز و تازیانه‌گونه‌شان، و ماکرونارین‌ها^۷ با دماغ‌های بزرگ ماغ‌کش و بازوان بلندشان شناخته می‌شوند.

تکامل یوسوروپودها

یوسوروپودها بیش از سوروپودومورف‌های پیشین برای تحمل وزن زیاد، تکامل یافته بودند. بخشی از مهم‌ترین ویژگی‌های یوسوروپودها به ساختار دست و پای آن‌ها مربوط می‌شود که برای تحمل وزن سنگین این دایناسورها تکامل یافته بودند. به‌علاوه طول گردن این دایناسورها نیز نسبت به خویشاوندان قبلی‌شان افزایش یافته بود. به‌ویژه در خانوادهٔ ممنچی‌سوریدها این ویژگی کاملاً مشهود بود. ممنچی‌سوریدها گردن‌های فوق‌العاده بلندی داشتند که موارد استفادهٔ آن‌ها دقیقاً مشخص نیست. ممکن است این گردن‌های بلند، برای تغذیه از شاخ و برگ درختان بلند یا رقابت در انتخاب جفت تکامل یافته باشند. احتمال دوم پذیرفتنی‌تر است؛ به‌ویژه که می‌دانیم گردن زرافه‌ها هم در حقیقت به همین دلیل کشیده شده است، نه برای خوردن غذا. البته گردن بلند برای این دایناسورها هزینه‌های سنگینی هم دارد؛ بنابراین، می‌باید دلیل خوبی برای درازشدن گردن در یوسوروپودها، به‌خصوص ممنچی‌سوریدها، وجود داشته باشد. متأسفانه اطلاعات چندان کاملی از یوسوروپودهای ابتدایی در دست نداریم و در حقیقت، تا همین اواخر از وجود گروه‌هایی مانند توریاسورها^۹ باخبر نبوده‌ایم. اطلاعاتی که از ممنچی‌سوریدها و ستیوسوریدها^{۱۰}

داریم نیز کم و ناقص است. ستیوسوریدها سوروپودهایی

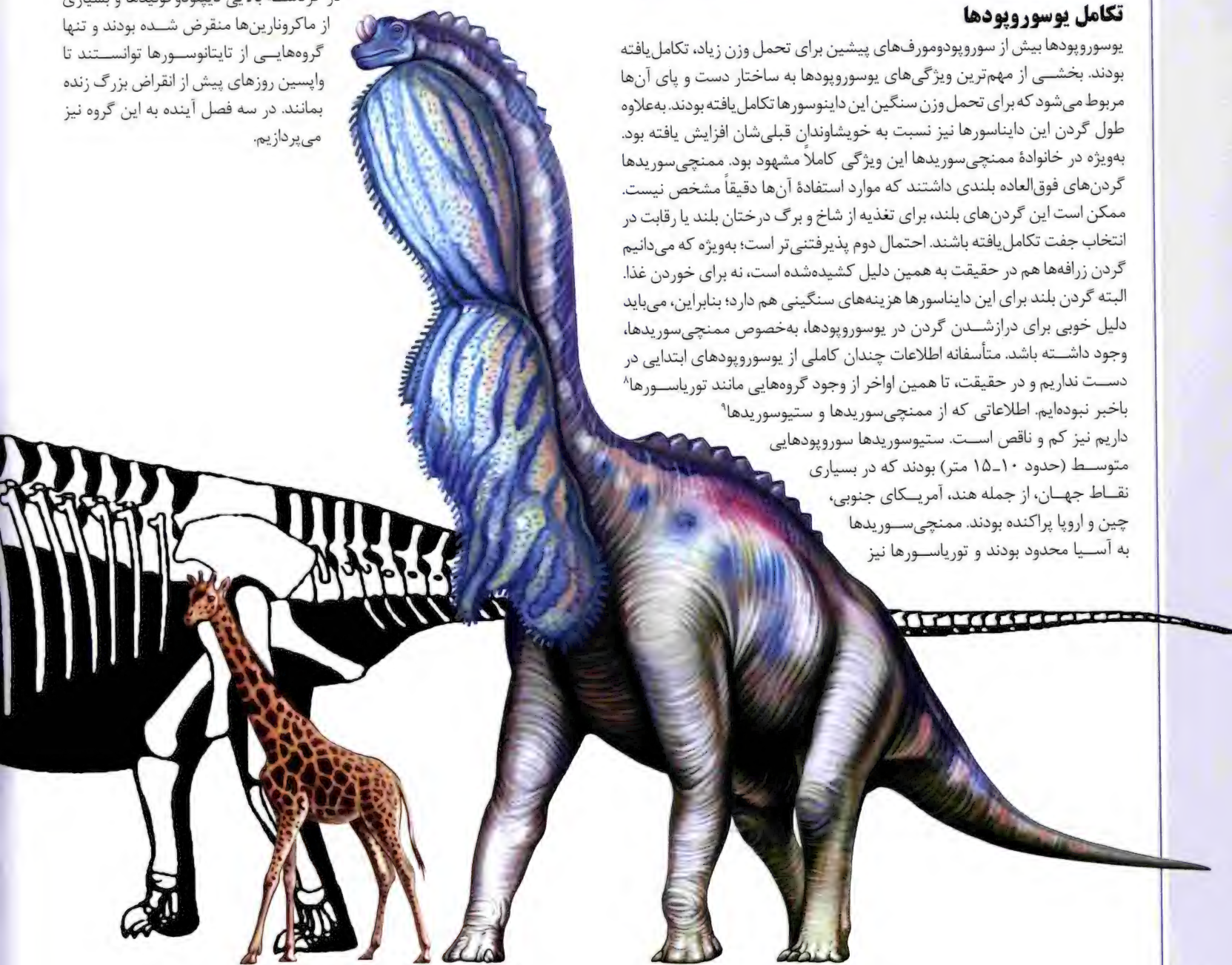
متوسط (حدود ۱۰-۱۵ متر) بودند که در بسیاری

نقاط جهان، از جمله هند، آمریکای جنوبی،

چین و اروپا پراکنده بودند. ممنچی‌سوریدها

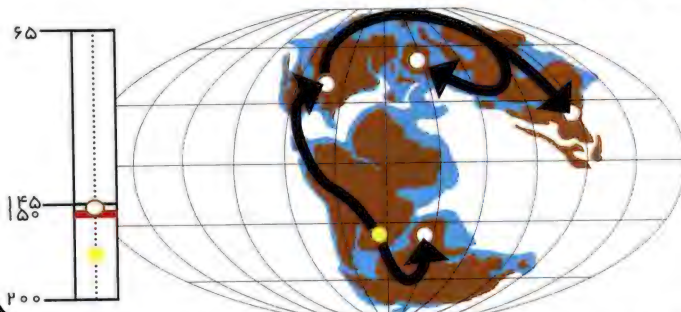
به آسیا محدود بودند و توریاسورها نیز

تباری اروپایی محسوب می‌شدند؛ هرچند ممکن است در آینده در مناطق دیگر نیز شناسایی شوند. توریاسورها سوروپودهای بسیار بزرگی بودند. توریاسورس^{۱۰} ۳۰ متر طول داشت و وزنش به ۵۰ تن می‌رسید. نیوسوروپودها شامل دو تبار بزرگ ماکرونارین‌ها و دیپلودوکوئیدها می‌شوند. دیپلودوکوئیدها با سرهای اسب‌مانند و دندان‌های میخ‌مانندشان در خوردن طیف وسیعی از گیاهان تخصص یافتند. برخی از آن‌ها گردن‌های بلندی داشتند اما در میان آن‌ها نمونه‌هایی هم تکامل یافتند که گردن‌هایشان به‌طرز عجیبی کوتاه بود. ماکرونارین‌ها، سوروپودهایی با بینی‌های بزرگ بودند و بازوهای کمابیش بلند داشتند. گروهی از ماکرونارین‌ها هم دارای جمجمه‌هایی تقریباً شبیه دیپلودوکوئیدها شدند. این گروه که تایتانوسورها^{۱۱} نامیده می‌شوند، از جملهٔ آخرین سوروپودهایی بودند که در روی زمین می‌زیستند. در کرتاسهٔ بالایی دیپلودوکوئیدها و بسیاری از ماکرونارین‌ها منقرض شده بودند و تنها گروه‌هایی از تایتانوسورها توانستند تا واپسین روزهای پیش از انقراض بزرگ زنده بمانند. در سه فصل آینده به این گروه نیز می‌پردازیم.



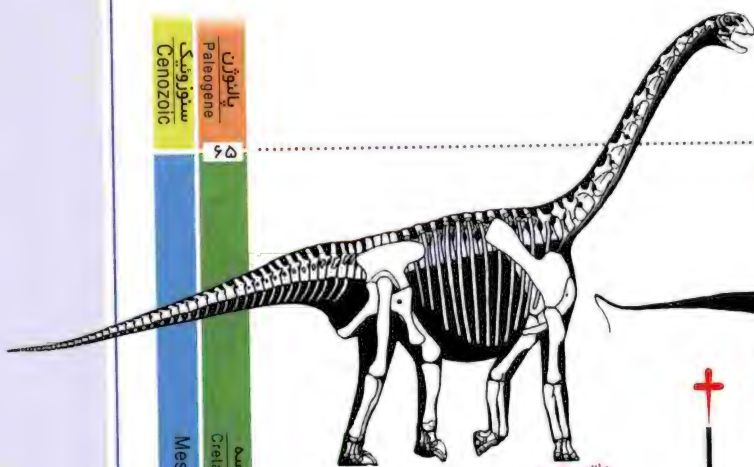
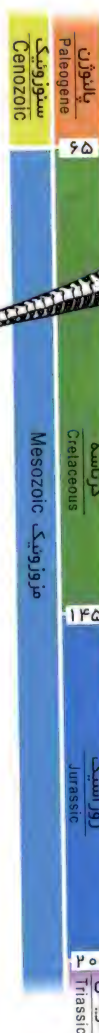
مشکلات گردن درازها

گردن سوروپودها مثل گردن زرافه بلند بوده است. چنین گردن بلندی مشکلات زیادی در سازوکار بدن به وجود می‌آورد. برای مثال، فشار خون طبیعی انسان ۱۵۰ میلی‌متر جیوه است و باز هم فشار زیادی به قلب ما می‌آید. فشار خون زرافه بیش از دو برابر این مقدار، یعنی ۳۲۰ میلی‌متر جیوه، است و از این هم وحشتناک‌تر، سوروپودی با این اندازه می‌باید فشار خونی حدود ۶۵۰ میلی‌متر جیوه داشته باشد! قلب سوروپودها فوق‌العاده کارآمد و در عین حال بزرگ بوده است. قفسه سینه ستبر آن‌ها به خوبی گویای این مسئله است.

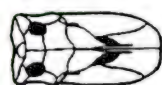


پراکنش نخستین
یوسوروپودها

برخی از دیگر مشکلات
سوروپودها که ناشی
از گردن‌های دراز آن‌هاست، به
درازبودن طناب عصبی، لوله
گوارش و لوله تنفس مربوط
می‌شود.



داتوسورس
Datousaurus



شونوسورس
Shunosaurus

اسپینوفوروسورس
Spinophorosaurus



ممنچی‌سورس
Mamenchisauridae

توریا سورها
Turiasaurus

دیپلودوکودا
Diplodocoidae

ماکروناریا
Macronaria

نئوسوروپودا
Neosauropoda

یوسوروپودا
Sauropoda

سوروپودا
Sauropoda

سوروپودا
Sauropoda

سوروپودا
Sauropoda

سوروپودا
Sauropoda

کشیده شدن و
عمودشدن بیشتر
انگشتان کف دست
و تحلیل رفتن بیشتر
بندهای انگشتان



کاهش شدن تعداد
بندهای انگشتان
دست



پهن و گرد شدن نوک پوزه، عقب رفتن سوراخ بینی، پهن شدن پیشانی، محدود شدن دندان‌ها به نیمه جلویی آرواره، استخوان‌های مج دست فرقه‌مانند شده‌اند، استخوان‌های کف دست مانند چند ستون موازی کنار هم ایستاده‌اند، بندهای انگشتان دست ضخیم شده‌اند، تعداد بندهای انگشتان دست کم شده و لبه پشتی استخوان تهیگاهی گرد شده است، استخوان‌های کف پا روی پاشنه‌ای غضروفی قرار گرفته‌اند، ناخن انگشت نخست پا از استخوان نخست کف پا بلندتر است.

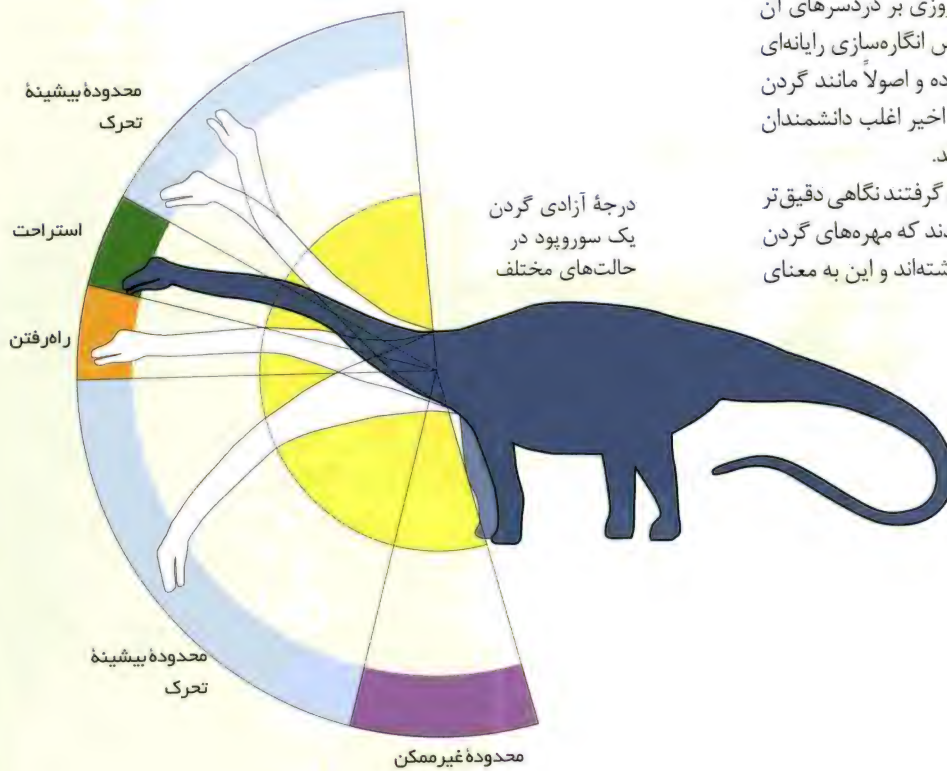
اومی سورس^۱

این ممنچی سورید
۱۸ متری یا گردن
فوق العاده درازش حدود
۸/۵ تن وزن داشت.
اومی سورس در اواسط
دوره ژوراسیک، یعنی
۱۶۵ میلیون سال
پیش در جنگل‌های
انبوه آسیا می‌زیست.
در اینجا می‌بینید که
دایناسورهای بالغ از
بالای درخت شاخه‌ها را
می‌برند و برای جوجه‌ها
پایین می‌اندازند.



آیا دایناسورها گردنی افراشته داشته‌اند؟

نخستین تصویری که از سوروپودها ترسیم شده است، آن‌ها را با گردن‌هایی غازمانند و برافراشته نشان می‌دهد. این تصویر مدت‌ها پابرجا بود. با وجود این، سؤالات زیادی در مورد چگونگی سازوکار تحمل گردنی به‌این بلندی و پیروزی بر دردهای آن در ذهن دانشمندان وجود داشت. تا اینکه تحقیقی بر اساس انگاره‌سازی رایانه‌ای نشان داد که گردن سوروپودها چندان هم بالا نمی‌ایستاده و اصولاً مانند گردن پرندگان انعطاف‌پذیر نبوده است. بنابراین، در چند سال اخیر اغلب دانشمندان سوروپودها را با گردن‌هایی موازی سطح زمین تصویر کرده‌اند. تا اینکه مجدداً گروهی از «سورپودشناس»‌های جوان تصمیم گرفتند نگاهی دقیق‌تر به گردن سوروپودها بیندازند، آن‌ها با کمال تعجب متوجه شدند که مهره‌های گردن سوروپودها در نزدیکی تنه به راحتی به سمت بالا انعطاف داشته‌اند و این به معنای آن است که سوروپودها گردن خود را بالا نگه می‌داشتند.



مهره‌های جوش خورده و روبه‌بالای ابتدای گردن سوروپودها به روشنی نشان می‌دهد که آن‌ها اغلب اوقات گردنشان را به سمت بالا می‌گرفته‌اند.



لوله تنفسی بلند سوروپودها به ششی پرنده‌مانند متصل بوده که تنفس را برای آن‌ها امکان‌پذیر می‌کرده است. اگر نیاکان سوروپودها چنین شش‌هایی نداشتند، حیواناتی مانند سوروپودها هرگز تکامل نمی‌یافتند. تصویر بالا مسیر بلند و پیچ‌پیچ نای را در قو نشان می‌دهد. به‌خاطر وجود سازوکار کیسه‌های هوایی (فص، ۲۲) قو می‌تواند به راحتی تنفس کند.

تکامل و تنوع دیپلودو کوئیدها

این تبار از سوروپودها، شامل سه خانواده است: رباچی‌سوریدها^۱، دیگر یوسوریدها^۲ و دیپلودوسیدها^۳. هر سه گروه گیاه‌خوارانی بودند که بیشتر از شاخه‌های کوتاه درختان و گیاهان سطح زمین تغذیه می‌کردند. گرچه نمونه‌های جنگل‌نشینی هم بودند که برای تغذیه از شاخه‌های بلند گیاهان مخروط‌دار بلندقامت، مثل سرخ‌دارها، ناچار بودند گردن خود را بالا ببرند و حتی روی پای عقب خود بایستند.

تبار رباچی‌سوریدها زودتر از دیگر دیپلودو کوئیدها جدا شد. این دایناسورها با پوزه پهن و دندان‌های زیادشان شناخته می‌شوند. رباچی‌سوریدها تنها در دو قاره جنوبی، یعنی آمریکای جنوبی و آفریقا، شناخته شده‌اند. آن‌ها گردن‌های نسبتاً کوتاهی دارند؛ گرچه در کوتاهی گردن به پای خانواده بعدی، یعنی دیگر یوسوریدها، نمی‌رسند.

دیگر یوسوریدها و دیپلودوسیدها شباهت‌های بیشتری با هم دارند؛ مثلاً تیغ‌های عصبی گردن آن‌ها دو سر است. این حالت نشان‌دهنده قدرت ماهیچه‌های گردن در هر دو گروه است. با کمال تعجب، دیگر یوسوریدها گردن‌های بسیار کوتاهی داشته‌اند. آن‌ها نیز در اواخر ژوراسیک و اوایل کرتاسه تنها در دو قاره آفریقا و آمریکای جنوبی می‌زیسته‌اند. بنابراین می‌توانیم نتیجه‌گیری کنیم که کل تبار دیپلودو کوئیدها از قاره‌های جنوبی منشأ گرفته‌اند.

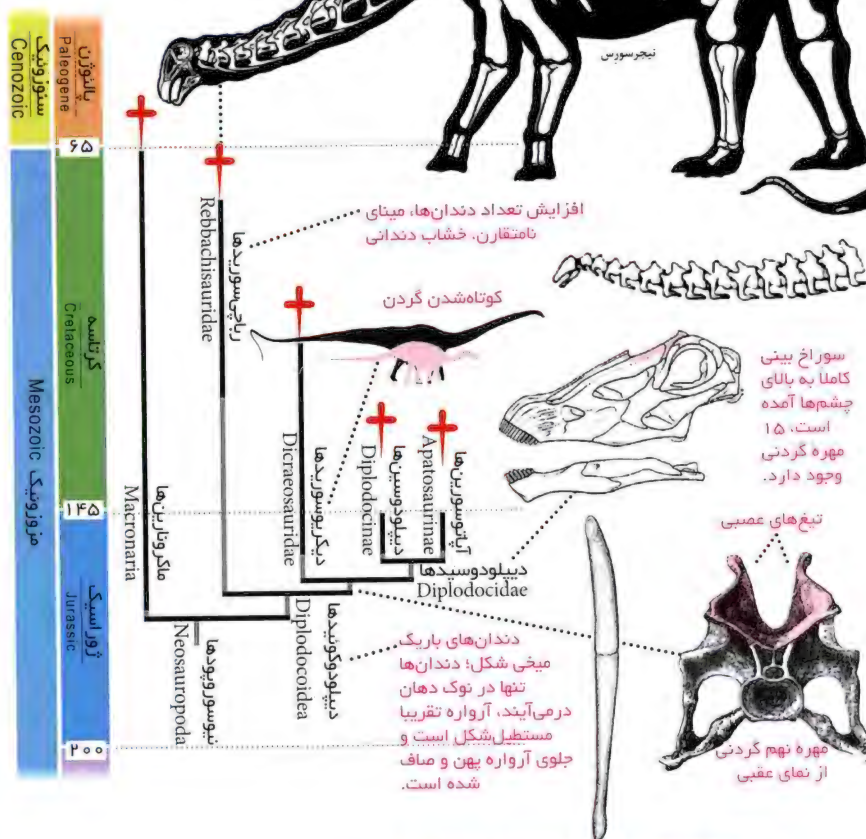
خانواده دیپلودوسیدها در پایان دوره ژوراسیک منقرض نشدند و در زمان خود موفق‌ترین گروه این تبار محسوب می‌شدند. تنوع گسترده‌ای از دایناسورهای گردن‌دراز در آفریقا، آمریکای شمالی و اروپا از دل این خانواده پیدا شد.

دیپلودو کوئیدها^۱ یکی از دو تبار اصلی نیوسوروپودها هستند. عجیب‌ترین و شناخته‌شده‌ترین سوروپودها در همین گروه جای دارند. غول‌پیکرترین دایناسور، که احتمالاً ۶۰ متر طول داشته است، نیز جزء همین گروه است. به علاوه، می‌توان خانواده‌ای از سوروپودهای گردن کوتاه و کوچک را هم در میان دیپلودو کوئیدها پیدا کرد. آن‌ها با سرهای اسب‌مانند و پوزه‌های پهنشان بیشتر از شاخه‌های کم‌ارتفاع و گیاهان سطح زمین تغذیه می‌کرده‌اند. این ویژگی‌ها را در ساختار مجسمه آن‌ها به خوبی می‌توان دید. دیپلودو کوئیدها از اواخر ژوراسیک تا میانه دوره کرتاسه در اروپا، آفریقا، آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی می‌زیستند. اخیراً در آسیا هم نمونه‌هایی از آن‌ها پیدا شده‌است.

آپاتوسورس^۵

آپاتوسورس حدود ۲۳ متر طول، و ۱۴ تا ۲۰ تن وزن داشت. تصور کنید حیوانی به این بزرگی روی پا‌های عقبش بایستد و از برگ‌های بالای درخت تغذیه کند! دو پستاندار کوچک را هم می‌بینید به دیدار این علف‌خوار غول‌آسا رفته‌اند. این دایناسور در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در دشت‌های نیمه‌خشک، جنگل‌های فصلی و ابرفت‌های آمریکای شمالی می‌زیسته است.





ماهیچه‌های آباتوسورس

به این نوع ایستادن در سوروپودها «سه‌پا»^۶ گفته می‌شود؛ زیرا قسمتی از وزن روی دم می‌افتد. شاید در هنگام جنگیدن نیز سوروپودها حالت سه‌پا می‌گرفته‌اند. برای این نوع ایستادن، به ماهیچه‌های قدرتمندی در ران‌ها، گردن و دم نیاز است. استخوان‌های دست‌ها نیز باید بسیار مستحکم باشند تا هنگام فرود آمدن جانور نشکنند.

تیغ‌های عصبی مهره‌های گردنی دو سر شده‌اند، دست‌ها خیلی از پاها کوتاه‌ترند، جمجمه کشیده‌تر شده است، دم دراز و شلاق‌مانند است.

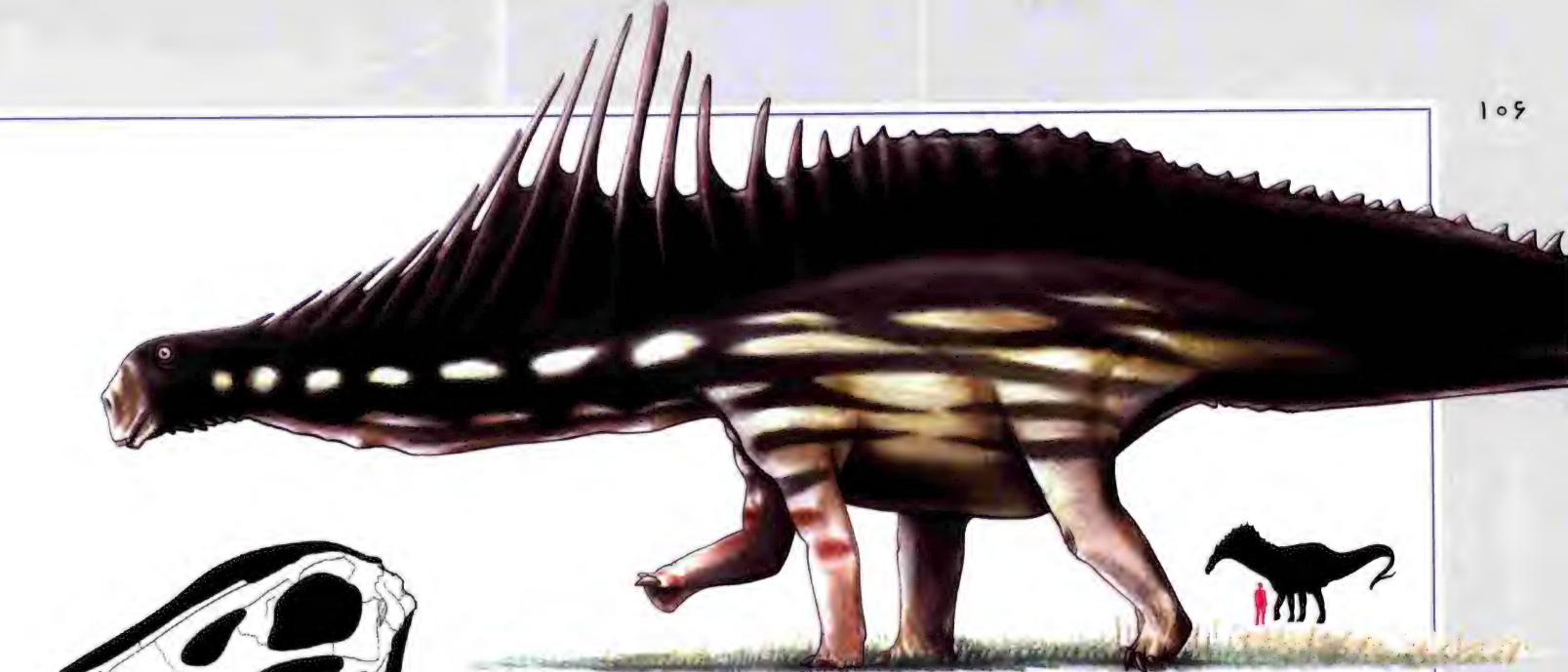
مهره نهم گردنی از نمای عقبی

جمجمه اسب‌مانند

دپلودوکوس^۸

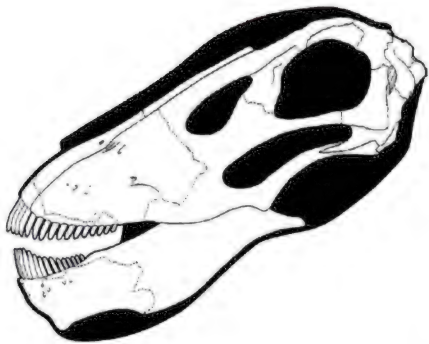
دندان‌های میخ‌مانند و باریک دپلودوکوئیدها تنها به قسمت پیشین آرواره‌ها محدود می‌شد. از نمای پشتی جمجمه به خوبی می‌توان متوجه نوک پهن و مستطیل شکل پوزه شد. جالب‌تر از همه، سوراخ بینی دپلودوکوس است که به جای نوک پوزه، به بالای چشم‌ها منتقل شده است. احتمالاً عقب رفتن سوراخ بینی در آن‌ها برای این بوده است که بتوانند دائماً غذا بخورند و حتی نفس کشیدن هم مزاحم بلعیدن غذا نشود.

تصویر ماهیچه‌های آباتوسورس، با تصویر نیجرسورس^۷ در همین صفحه به یک مقیاس ترسیم شده‌اند.



سورپود بادبان دار

آمارگاسورس^۱، درست مثل اورانوسورس^۲ (← فصل ۱۶) و اسپاینوسورس^۳ (فصل ۳۴)، دارای تیغ‌های عصبی بلند بود که بادبانی زنده پشت او می‌ساختند (← فصل ۷ و ۸). اما برخلاف آن‌ها، تیغ‌های عصبی در گردن آمارگاسورس رشد بیشتری نسبت به مهره‌های پشتی این حیوان داشتند. آمارگاسورس ۱۳ متر طول و ۴ تن وزن داشت. این دایناسور در حدود ۱۲۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست.



جمجمه دیگر یوسورس

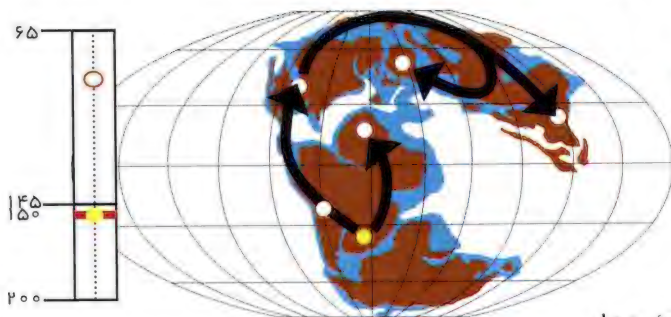
جمجمه دیگر یوسورس کمابیش شبیه به دیپلودوسیدهاست اما تفاوت‌هایی نیز دارد، به‌ویژه در نسبت قسمت‌های مختلف جمجمه. به تفاوت اندازه حفره‌های چشم و پیش‌چشمی در دیگر یوسورس و دیپلودوکوس دقت کنید.

خانواده دیگر یوسوریدها

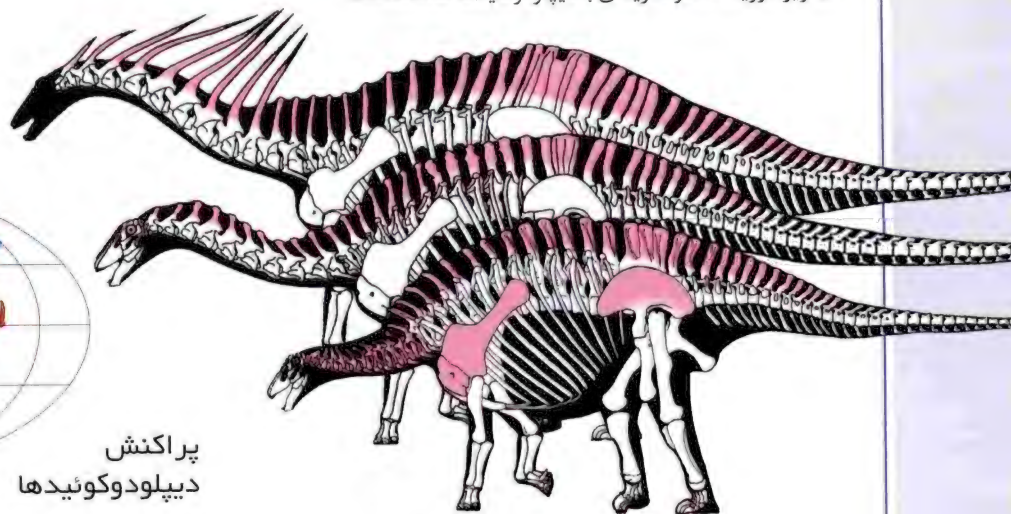
به‌گردن‌های کوتاه و تیغ‌های عصبی بلند، شکل لگن و کتف در این دایناسورها توجه کنید. جلوتر از همه براکی‌تراکلوپن دیده می‌شود و پشت سرش، اسکلت دو دیگر یوسورید دیگر در همان مقیاس دیده می‌شوند: دیگر یوسورس با گردنی اندکی بلندتر و آمارگاسورس با تیغ‌های عصبی بلند پشت گردنش.

خنده‌دارترین سورپودها

برکی‌تراکلوپن^۴ شاید عجیب‌ترین و خنده‌دارترین دایناسور باشد. در میان تبار گردن‌دراز دایناسورهای سورپود، وجود یکی که گردنی به این کوتاهی داشته باشد، خیلی عجیب است! این حیوان گردن کوتاه که در حدود ۱۵۵ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست، ۱۰ متر طول داشت و وزنش ۵ تن بود. دیگر اعضای خانواده دیگر یوسوریدها نیز دست کمی از برکی‌تراکلوپن نداشتند. خود دیگر یوسورس^۵ نیز تنها ۱۴ متر طول داشت و هم‌زمان با براکی‌تراکلوپن در آفریقا می‌زیست. آمارگاسورس هم به‌خاطر تیغ‌های عصبی بلند پشت گردنش چهره معروف دیگری در میان دایناسورهاست! گردن این سورپودهای نسبتاً کوچک نشان می‌دهد که طول و شکل گردن احتمالاً برای شناسایی افراد هم‌گونه به کار می‌رفته است (← فصل ۲۱)؛ زیرا به جز طول گردن و تیغ‌های عصبی، بقیه بدن دیگر یوسوریدها تفاوت زیادی با دیپلودوسیدها نداشته است.

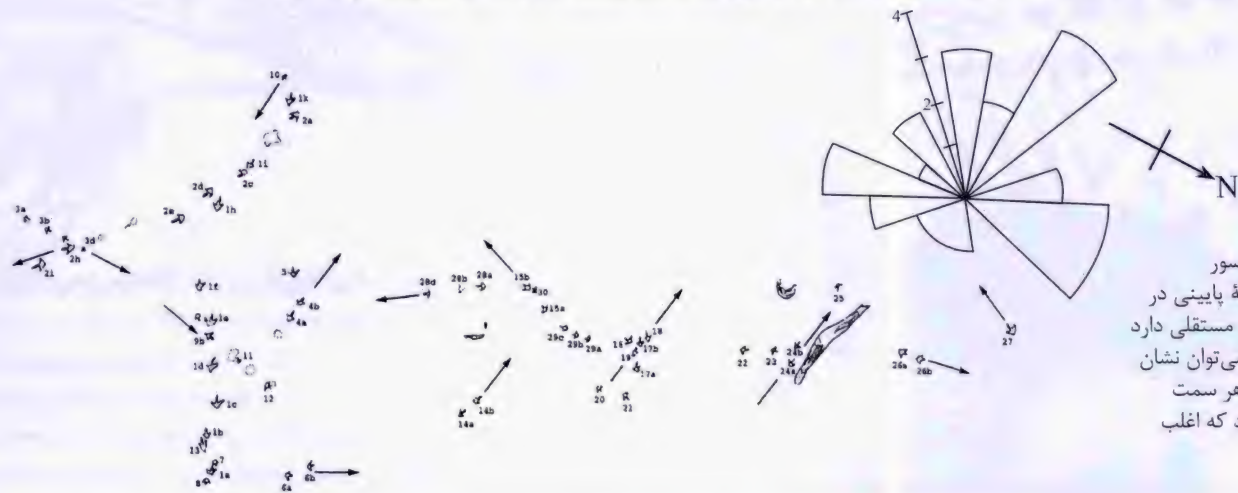


پراکنش
دیپلودوکوئیدها



زندگی اجتماعی در میان دایناسورها

بزرگ‌شدن مغز و نگهداری از زاده‌ها، دو برتری مهم آرکوسورها نسبت به خزندگان دیگر بود که به تدریج در مسیر تکامل پرندگان توسعه بیشتری هم یافت (فصل ۴۲ و ۴۴). یکی از دستاوردهای جانبی این برتری‌ها، رشد زندگی اجتماعی و گله‌ای در دایناسورها بود اما ما چگونه می‌توانیم بفهمیم که برخی از دایناسورها به صورت گله‌ای زندگی می‌کرده‌اند؟ پاسخ این پرسش در سنگواره‌های ردپای دایناسورها دیده می‌شود: در بسیاری نقاط آثار ردپای دایناسورها به صورت درهم‌وبرهم و به تعداد زیاد دیده می‌شود. البته در نگاه اول همین می‌تواند نشان‌دهنده وجود زندگی گله‌ای در آن‌ها باشد اما برای اینکه مطمئن شویم که این همه ردپا به طور اتفاقی کنار هم قرار نگرفته‌اند، ناچاریم به بررسی آن‌ها بپردازیم. دانشمندان در این گونه مواقع، تک‌تک اثرهای پا را می‌شمرند و جهت حرکت آن‌ها را به تفکیک دسته‌بندی می‌کنند. در همه موارد، بیشتر ردپاها در یک جهت‌اند و این نشان می‌دهد که صاحبان آن‌ها به طور اتفاقی این سو و آن سو نمی‌رفته‌اند بلکه هماهنگ با یکدیگر هماهنگ حرکت می‌کرده‌اند.



ردپای چند دایناسور گوشت‌خوار از کرتاسه پایینی در ژاپن؛ هر اثر پا جهت مستقلی دارد اما با رسم نموداری می‌توان نشان داد که چند ردپا به هر سمت رفته‌اند و مشاهده کرد که اغلب ردپاها هم‌جهت‌اند.



ردپای چند دیپلودوسید از ژوراسیک بالایی آمریکای شمالی؛ به وضوح می‌توان دریافت که همه آن‌ها در یک جهت حرکت می‌کرده‌اند.

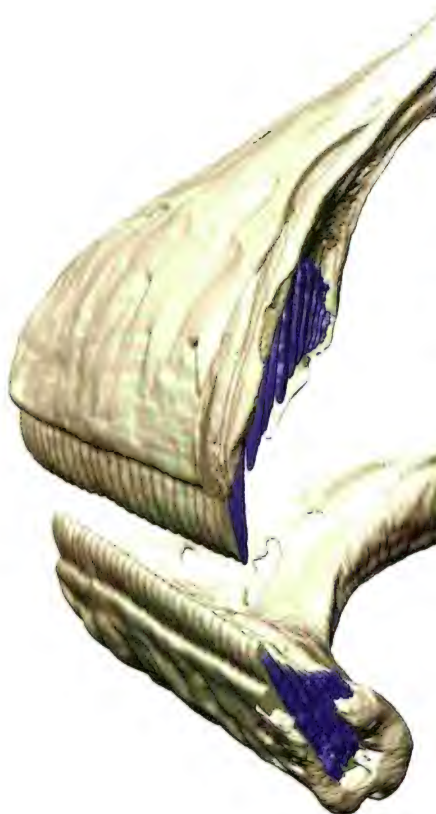
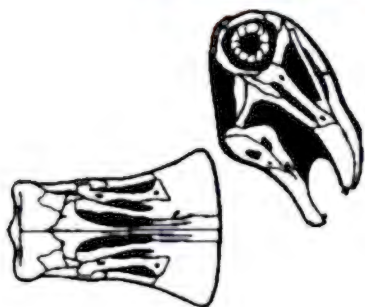
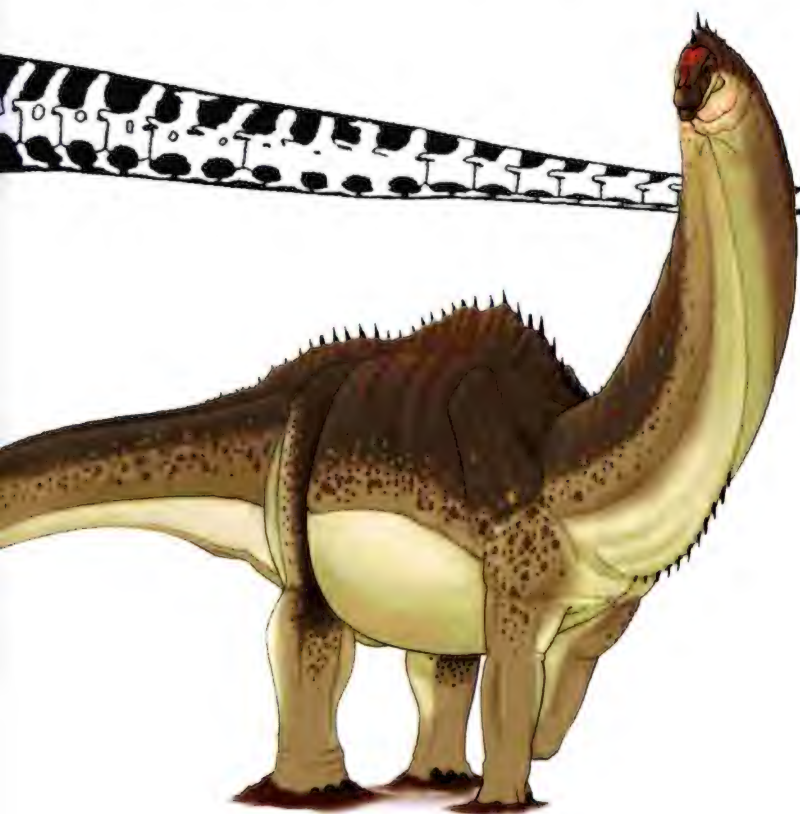
آمفی سیلیاس^۱



این دایناسور شاید بزرگ‌ترین جانوری باشد که روی زمین راه‌رفته است. گرچه نمونه خلی کاملی از این دایناسور به دست نیامده (برخلاف برخی نمونه‌های غول‌پیکر ← فصل ۲۵ و ۲۸) مقایسه اندازه مهره‌های آمفی سیلیاس با دیپلودوکوس نشان می‌دهد که آمفی سیلیاس ۶۰ متر طول و در حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ تن وزن داشته است! آمفی سیلیاس ۱۱۵-۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.

رباجی‌سوریدها: جاروبرقی‌های مرداب

کامل‌ترین سنگواره‌ای که از رباچی‌سوریدها پیدا شده، مربوط به نیجرسورس است. نیجرسورس سوروپود نه متری کوچکی بود که تنها ۲ تن وزن داشت. جمجمه این دایناسور آن قدر سبک و ظریف بود که بعضی از استخوان‌های آرواره نور را از خود عبور می‌دادند. این دایناسور ۱۱۵ میلیون سال پیش در آب‌رفت‌های حاصل‌خیز شمال آفریقا می‌زیست و از گیاهان کوچک سطح آب تغذیه می‌کرد. خانواده رباچی‌سوریدها تا ۸۵ میلیون سال پیش هم در آمریکای جنوبی حضور داشتند اما با انقراض نسل آن‌ها، که آخرین نماینده‌های تبار دیپلودوکوئیدها بودند، در حقیقت نسل دیپلودوکوئیدها نیز منقرض شد. رباچی‌سوریدها به جز آمریکای جنوبی در آفریقا و اروپا نیز حضور داشتند.



دهان‌گشاد و دندان‌های ریز

دهان نیجرسورس و دیگر رباچی‌سوریدها بسیار پهن بود و تنها در لبه عریض و صاف جلوی دهان تعداد زیادی دندان‌های کوچک وجود داشت. درست مانند سراتوپسیدها (← فصل ۲۱) و هادروسورها (← فصل ۱۷)، یک خشاب دندانی پر از دندان‌های پی‌درپی موفقیت نیجرسورس را در تغذیه تضمین می‌کرد. در تصویر رایانه‌ای از مقطع آرواره نیجرسورس می‌توانید دندان‌های خشاب‌دندانی را، که با رنگ بنفش مشخص شده‌اند، ببینید.



اسکلت دیپلودوکوس

دیپلودوکوس یکی از معروف‌ترین دایناسورهای این گروه، گردن و به‌خصوص دمی بسیار بلند داشت. اغلب نمونه‌های دیپلودوکوس حدود ۲۵ متر طول دارند. وزن دیپلودوکوس‌های ۲۵ متری حدود ۱۲ تن است. دیپلودوکوس در پایان ژوراسیک در مناطق نیمه‌خشک، جنگلی و آبرفتی آمریکای شمالی می‌زیست.

گرددن‌های دراز، دم‌های درازتر

گرددن دراز دیپلودوسیدها به کمک تاندون‌های بسیار مستحکمی بالا نگه‌داشته می‌شد. سر دیگر بدن آن‌ها، یعنی دمشان، نیز با چنین ساز و کاری همیشه در حال تکان خوردن در هوا بود.



به‌نظر بسیاری از دانشمندان، دیپلودوسیدها از دم برای شلاق‌زدن به شکارچی‌های بدخلاق، و ایجاد ارتباط درون‌گروهی استفاده می‌کرده‌اند. مهره‌های انتهای دم بسیار کوچک و ظریف بودند و می‌توانستند با سرعت بسیار زیاد در هوا بلرزند و امواج فراصوت ایجاد کنند.

ماکرونارین‌ها اژدهایان ماغ کش، زرافه‌های دراز دست

ماکرونارین‌ها^۱ دومین تبار از نیوسوروپودها بودند. برخلاف دیپلودوکوئیدها، دندان‌های اغلب ماکرونارین‌ها پهن و قاشق‌مانند بود. آن‌ها بینی‌های بزرگی داشتند و دست‌هایشان به بلندی پاهایشان، یا حتی بلندتر بود. ابتدایی‌ترین ماکرونارین‌ها دایناسورهای بزرگ (با یک استثنا) بودند که در اواخر ژوراسیک ظاهر شدند اما در دل این تبار دراز دست، تباری دیگر به نام تایتانوسورها تکامل یافتند که کمابیش به دیپلودوکوئیدها شبیه بودند. در فصل آینده به آخرین تبار از دایناسورهای سوروپود، یعنی ماکرونارین‌های تایتانوسور، می‌پردازیم.

نخستین ماکرونارین‌ها

نخستین ماکرونارین‌ها در ژوراسیک بالایی ظاهر شدند و به‌خاطر تفاوت‌هایی که در شکل دندان‌ها، طول گردن، بازوها و در مجموع، ارتفاع سر در حالت طبیعی با پسرعموهایشان، یعنی دیپلودوکوئیدها داشتند، توانستند بدون رقابت با آن‌ها از طیف دیگری از گیاهان تغذیه‌کنند و با موفقیت در بیشتر نقاط جهان پراکنده‌شوند.

داشتن بینی بزرگ و برآمده مهم‌ترین ویژگی این دایناسورها بود. درست مثل بینی بزرگ هادروسورها^۲ (فصل ۱۷) ایجاد صدا در موقعیت‌های اجتماعی و جفت‌یابی احتمالاً دلیل اصلی بزرگ شدن بینی در سوروپودها بوده است. کاماراسورس^۳ یکی از ابتدایی‌ترین نمونه‌های ماکرونارین‌هاست که اغلب ویژگی‌های آن‌ها را به‌خوبی نشان می‌دهد.

در نمونه‌های بعدی، مثل یوروپاسورس^۴ و براکیوسوریدها^۵، طول پوزه نسبتاً بیشتر می‌شود. یوروپاسورس که به تازگی کشف شده است، به‌خاطر اندازه کوچکش یکی از مهم‌ترین ماکرونارین‌ها محسوب می‌شود. در این دایناسور

و ماکرونارین‌های بعدی، دست‌ها بلندتر و بزرگ‌تر از پاهای عقبی هستند. براکیوسوریدها خانواده‌ای از ماکرونارین‌های غول‌آسا با گردن‌دراز و دست‌ان بلند و کشیده، و سر افراشته بودند که اغلب در آفریقا، اروپا و آمریکای شمالی می‌زیستند و تا اواسط کرتاسه نیز در روی زمین به زندگی ادامه دادند. آخرین تبار ماکرونارین‌ها، گروهی کمتر شناخته‌شده به نام تایتانوسورها^۶ بودند که بیشتر در سرزمین‌های جنوبی، به‌خصوص آمریکای جنوبی، ماداگاسکار و هندوستان شناخته شده‌اند؛ گرچه برخی از آن‌ها نیز به آسیا و آمریکای شمالی رسیده‌اند. تایتانوسورها آخرین سوروپودهای روی کره زمین بودند و ۶۵ میلیون سال پیش هنگامی که به‌همراه بیشتر دایناسورهای دیگر منقرض شدند، مدت‌ها از انقراض گروه‌های دیگر سوروپودها می‌گذشت. عجیب‌ترین نکته در مورد تایتانوسورها این است که تا مدتی پیش تصور می‌شد که آن‌ها جزء دیپلودوکوئیدها هستند. در فصل ۲۸ به تکامل و تنوع تایتانوسورها خواهیم پرداخت و در آنجا شما دلیل این اشتباه تاریخی را خواهید یافت.

ماهیچه‌های غول‌زرافه

ماکرونارین‌ها، به‌ویژه براکیوسوریدها، دارای دست‌هایی بلندتر از پاهای عقبی خود بودند. آن‌ها ماهیچه‌های کتف و سینه بسیار ستبری نیز داشتند. درحقیقت، بیشتر وزن بدن روی دست‌ها متمرکز بود. استخوان‌های کف دست به‌صورت ستون‌های ستبر موازی زیر استخوان‌های ساعد قرار گرفته بودند و بندهای انگشتان تحلیل‌رفته بود. رباط‌های محکمی این استخوان‌ها را به هم بسته‌نگاه می‌داشت. جیرافاتایتن^۷ که ۲۵ متر طول و ۴۰ تن وزن داشته است، نمونه بارز یک براکیوسورید محسوب می‌شود. این دایناسور عظیم، ۱۵۵ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در مناطق ساحلی و جنگل‌های عمیق آفریقا می‌زیست.

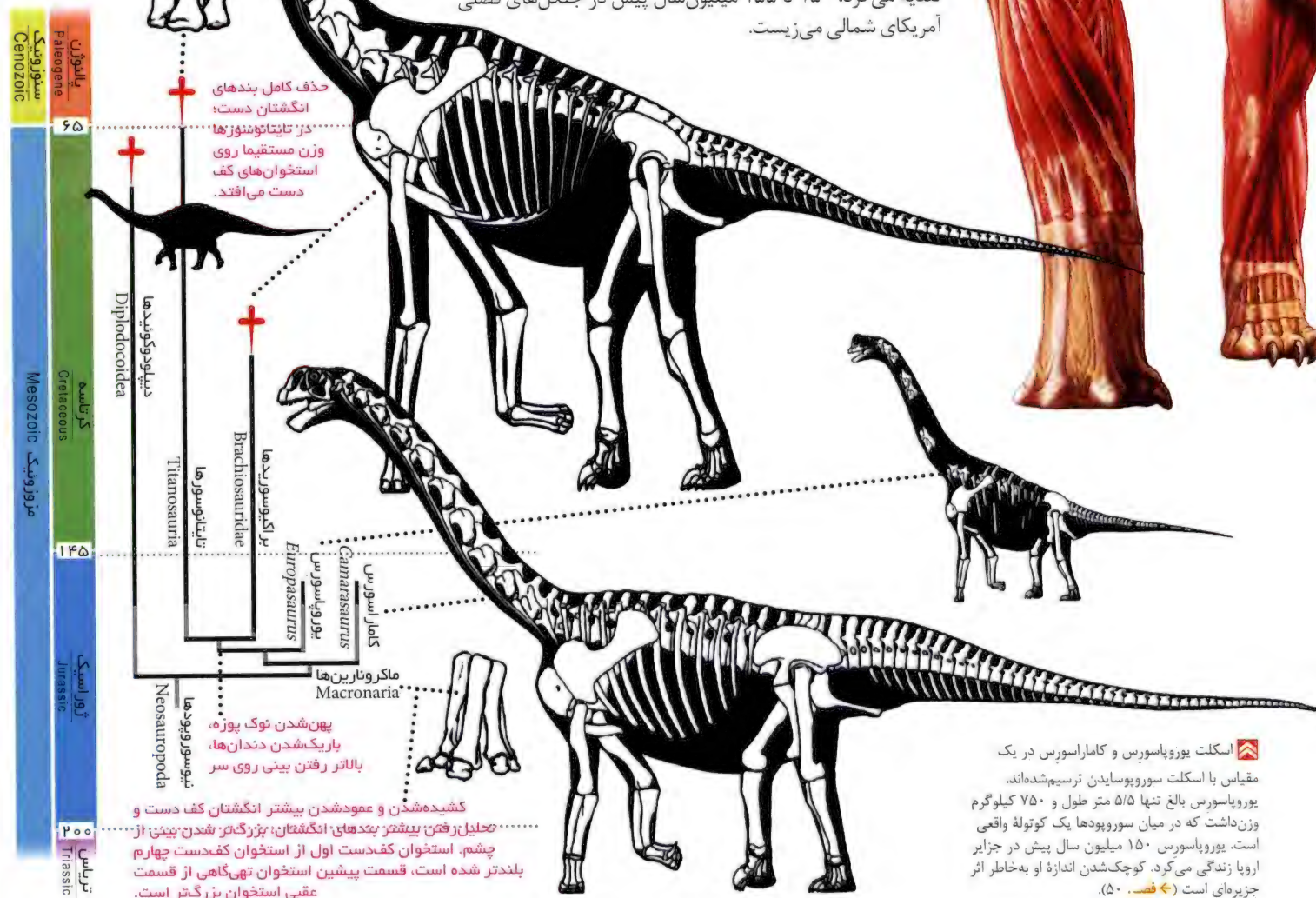


رب النوع زلزله

سورپوسایدن یکی از خویشتانان خیلی نزدیک براکیوسورس و جیرافاتایتن بود که با ۲۷ متر طول و ۴۰ تن وزن، ۱۱۸ تا ۱۱۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.

جمجمه و دندان کاماراسورس

مهم‌ترین ویژگی‌های ماکرونارین‌ها در جمجمه آن‌ها دیده می‌شود. حفره بینی بزرگ و برآمده آن‌ها و دندان‌های پهن و قاشق‌مانندشان، به خصوص در جمجمه کاماراسورس مشخص است. کاماراسورس ۱۴ تا ۱۸ متر طول و ۲۰ تا ۲۵ تن وزن داشت. این داینوسور که از سرشاخه‌های درختان تغذیه می‌کرد، ۱۵۰ تا ۱۵۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های فصلی آمریکای شمالی می‌زیست.

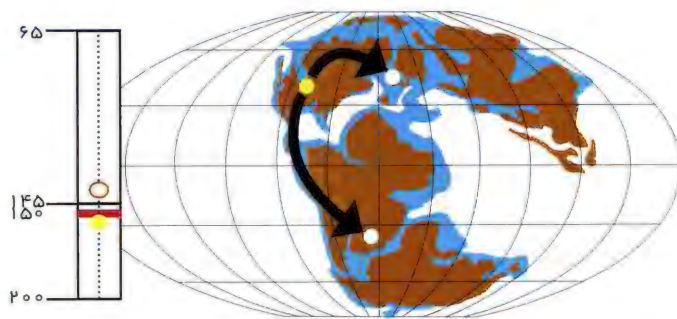


اسکلت یورپاسورس و کاماراسورس در یک

مقیاس با اسکلت سورپوسایدن ترسیم شده‌اند. یورپاسورس بالغ تنها ۵/۵ متر طول و ۷۵۰ کیلوگرم وزن داشت که در میان سورپودها یک کوتوله واقعی است. یورپاسورس ۱۵۰ میلیون سال پیش در جزایر اروپا زندگی می‌کرد. کوچک شدن اندازه او به خاطر اثر جزیره‌ای است (فصل ۵۰).

» ساختار جمجمه و بینی در ماکرونارین‌ها

بینی بزرگ ماکرونارین‌ها به شکل برآمدگی بزرگی در بالای سرشان درآمده بود. روی این برآمدگی استخوانی را لایه‌ای پوستی می‌پوشاند و سوراخ خارجی بینی در قسمت پیشین پوزه به بیرون بازمی‌شد. این دایناسورها با باد کردن بینی‌هایشان، برای هم آواز می‌خواندند. در اینجا جمجمه براکیوسورس برای نمونه آمده است.



پراکنش نخستین ماکرونارین‌ها

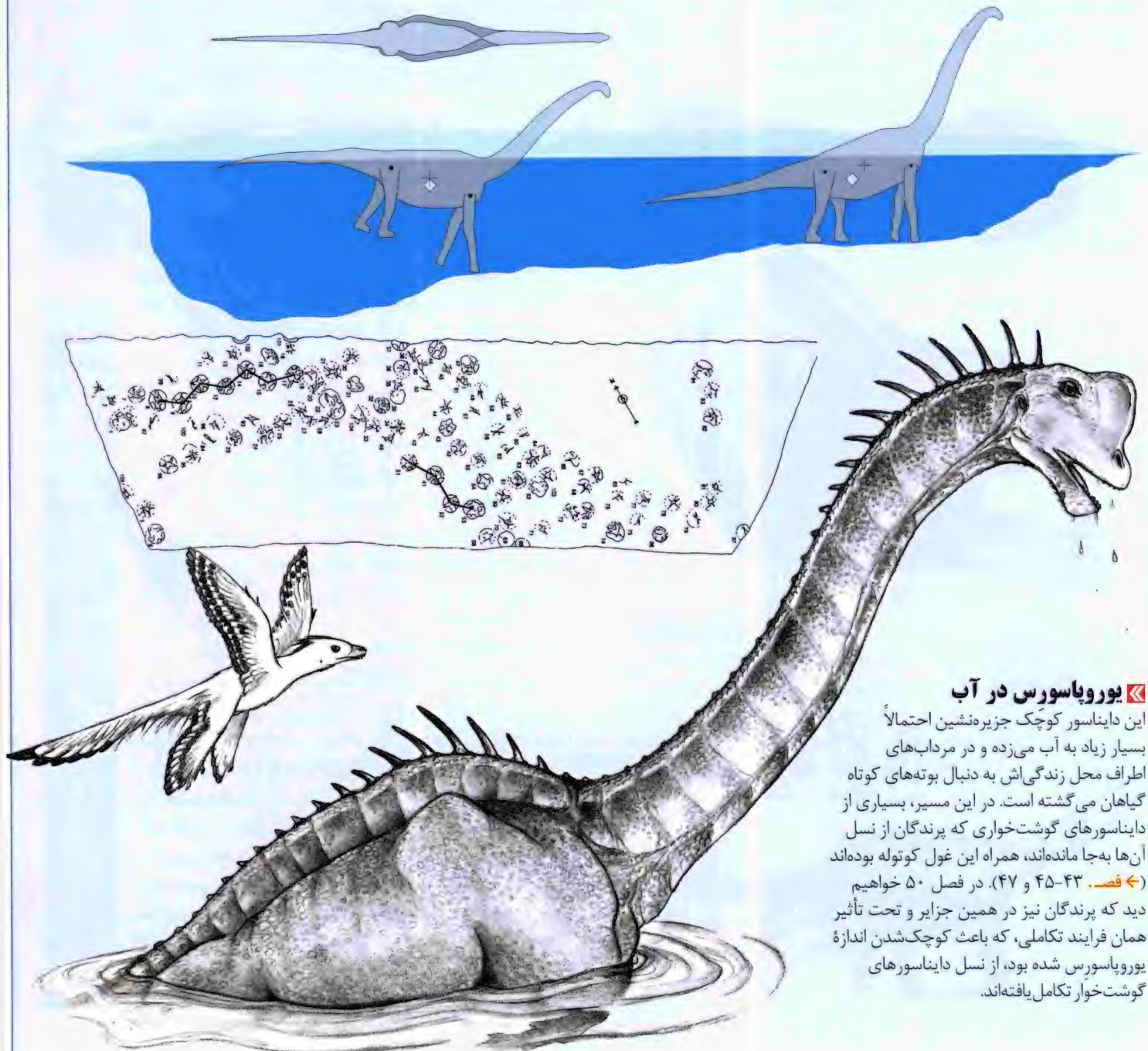
من آمده‌ام!

دو براکیوسورس^۱ تر در برابر هم ایستاده‌اند و مشغول خودنمایی هستند. آن‌ها درست مثل پرندگان امروزی، با پریاد کردن گردن‌هایشان، برتری خود را اعلام می‌کنند. براکیوسورس که در پایان ژوراسیک در آمریکای شمالی می‌زیست، ۲۲ متر طول و ۳۵ تن وزن داشت.



آیا سوروپودها به درون آب می‌رفتند؟

در قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم که نخستین آثار دایناسورهای سوروپود به‌تازگی پیدا شده بود، تصور اغلب دانشمندان این بود که چنین حیواناتی نمی‌توانند روی خشکی قدم‌بگذارند؛ زیرا بر اثر وزن زیادشان قطعاً پاهایشان می‌شکند و می‌میرند. بنابراین، آن‌ها را موجوداتی نیمه‌آبی تلقی می‌کردند اما به‌تدریج با تغییر نگاه ما به دایناسورها، متوجه شدیم که سوروپودها با راه رفتن روی خشکی مشکلی نداشته‌اند و اغلب روی خشکی به‌سرمی‌برده‌اند. یکی از مهم‌ترین دلایل امکان رشد زیاد سوروپودها و فائق آمدن آن‌ها بر مشکلات، اندازه بزرگ کیسه‌های هوایی بوده است که از نیاکان مشترکشان با پرنده‌ها به‌ارث‌برده بودند (← فصل ۲۲). اما اگر سوروپودها کیسه‌های هوایی داشته‌اند، آیا در موقعیت‌هایی که مجبور بوده‌اند به آب‌بزنند، روی آب شناور می‌مانده‌اند؟ پیدا شدن جای دست‌های سوروپودها درون گل‌های نرم کف آب نشان می‌دهد که آن‌ها در صورت وارد شدن به آب، درحالی که گردنشان از آب بیرون بوده است، روی آب شناور می‌مانده‌اند. محاسبات رایانه‌ای نشان می‌دهد که جرم حجمی یک سوروپود، ۰/۸۸ جرم حجمی آب بوده است. در پایین نمونه‌ای از ردپاهای سوروپودها را می‌بینید که فاقد اثر پاهای عقبی است. صاحب این ردپا، درست مثل شکل زیر، درحالی که در آب شناور بوده با دست‌هایش خود را به سمت جلو می‌کشیده است. یک براکیوسورس ۲۵ متری در آب‌های عمیق‌تر از ۴/۳ متر به‌حالت شناور درمی‌آمده است. علامت + نشان‌دهنده مرکز جرم بدن حیوان و ◇ مرکز جرم حیوان در حالت شناوری در آب است.



یوروپاسورس در آب

این دایناسور کوچک جزیره‌نشین احتمالاً بسیار زیاد به آب می‌زده و در مرداب‌های اطراف محل زندگی‌اش به دنبال بوته‌های کوتاه گیاهان می‌گشته است. در این مسیر، بسیاری از دایناسورهای گوشت‌خواری که پرندگان از نسل آن‌ها به‌جا مانده‌اند، همراه این غول کوتوله بوده‌اند (← فصل ۴۳-۴۵ و ۴۷). در فصل ۵۰ خواهیم دید که پرندگان نیز در همین جزایر و تحت تأثیر همان فرایند تکاملی، که باعث کوچک‌شدن اندازه یوروپاسورس شده بود، از نسل دایناسورهای گوشت‌خوار تکامل یافته‌اند.



تایتانوسورها خاندان غول‌ها و کوتوله‌ها

تایتانوسورها^۱ از چند جهت دایناسورهای بسیار مهمی هستند. در مورد رده‌بندی و تشریح آن‌ها مدت‌ها اختلاف نظرهای زیادی وجود داشت اما امروزه با قاطعیت می‌گوییم که آن‌ها خویشاوندان نزدیک براکیوسوریدها هستند^۲. ما در مورد شکل جمجمه آن‌ها نیز تا همین اواخر اطلاعات کافی نداشتیم اما امروزه می‌دانیم که جمجمه آن‌ها در ظاهر شباهت زیادی به دیپلودو کوئیدها^۳ داشته است! تایتانوسورها شامل برخی از بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین سوروپودها می‌شدند و تقریباً در همه قاره‌ها پراکنده بودند اما به‌ویژه آمریکای جنوبی یکی از مهدهای تکامل آن‌ها محسوب می‌شود. دست‌کم دو خانواده از تایتانوسورهای نسبتاً کوچک‌تر، زرهی از استخوان‌های پوستی گرد و کوچک بر پشت خود داشته‌اند. آن‌ها آخرین سوروپودهایی بودند که روی زمین زندگی کردند و سرانجام، ۶۵ میلیون سال پیش همراه بسیاری دایناسورهای دیگر منقرض شدند.

پیدایش تایتانوسورها و جایگاه بوم‌شناختی آن‌ها

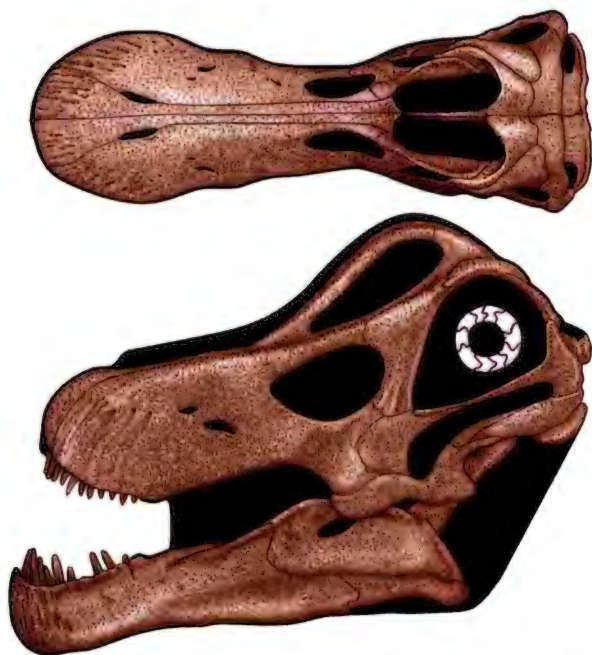
قدیمی‌ترین تایتانوسورها تقریباً در اواخر دوره ژوراسیک ظاهر شدند. در مورد این نماینده‌های ابتدایی از تبار بزرگ تایتانوسورها اطلاعات چندانی نداریم اما احتمالاً آن‌ها نیز مانند ماکرونارین‌های دیگر، مثل براکیوسوریدها، دست‌های بلند و گردن‌هایی برافراشته داشته‌اند. همان‌طور که پیش از این در مورد نیوسوروپودها گفتیم، ماکرونارین‌ها بیشتر از گیاهان بلندتر و دیپلودو کوئیدها از گیاهان کوتاه تغذیه می‌کردند. تایتانوسورها نیز گروهی از تبار ماکرونارین‌ها بودند اما به‌نظر می‌رسد که آرام‌آرام شروع به رقابت با دیپلودو کوئیدها کردند. آن‌ها شاید هم در رقابت با براکیوسوریدها به تغذیه از گیاهان کوتاه تمایل پیدا کردند. به‌هرحال، پیدایش تایتانوسورها با کم‌شدن تدریجی و افول دیپلودو کوئیدها، و همین‌طور پیدایش و توسعه گیاهان گل‌دار^۴ (فصل ۲۰) همراه بود. دست‌کم در پایان کرتاسه، یعنی زمانی که گیاهان گل‌دار، حتی گیاهان گل‌دار بسیار پیشرفته‌ای مثل گندمیان، روی زمین وجود داشتند، زیرگروهی از تایتانوسورها زندگی می‌کردند که شکل جمجمه، دندان‌ها، و حتی کوتاهشدن نسی دست‌هایشان یادآور دیپلودو کوئیدها بود. در حقیقت، همین شباهت زیاد موجب آن شده بود که دانشمندان تا مدت‌ها به‌اشتباه تایتانوسورها را گروهی از دیپلودو کوئیدهای زنده‌مانده تا پایان دوره کرتاسه تصور کنند. اشتباهی که با کشف و بررسی نمونه‌های بهتر، مثل رایپه‌توسور^۵ و نمگتوسور^۶، در سال‌های اخیر تصحیح شد.

تایتانوسورهای ابتدایی بسیاری وجود دارند که سنگواره‌هایی از آن‌ها به‌دست ما رسیده است. برخی از مهم‌ترین آن‌ها حیواناتی مثل آنده‌سور^۷ و فوویانگوسور^۸ هستند. گروه‌های بعدی شش خانواده هستند که عبارت‌اند از: لاینکوسورهای^۹ غول‌پیکر و آیولوسوریدهای^{۱۰} کوچک‌تر که اواخر کرتاسه در آمریکای جنوبی می‌زیستند؛ آرجیروسوریدهای^{۱۱} غول‌پیکر که در آمریکای جنوبی و آفریقا می‌زیستند و تنوع کمتری داشتند؛ آنتارکتوسوریدها^{۱۲} که تنوع و پراکنش زیادی داشتند و شامل نمونه‌هایی ۱۰ متری تا ۴۰ متری می‌شدند. آن‌ها در آسیا، آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، هند و استرالیا کشف شده‌اند و احتمالاً در اروپا، آفریقا و قطب جنوب نیز پراکنده بوده‌اند، و سرانجام، دو خانواده از تایتانوسورهای کوچک و زره‌دار، یعنی سالتاسوریدها^{۱۳} و نمگتوسوریدها^{۱۴}. نمگتوسوریدها در آسیا، آفریقا، اروپا، ماداگاسکار، و آمریکای جنوبی می‌زیستند. ماگیاروسور^{۱۵} ۵ متری که ۷۰ میلیون سال پیش در جزایر آتش‌فشانی شرق اروپا می‌زیسته، جزء این خانواده بوده است. ماگیاروسور^{۱۶} نیز درست مانند یوروپاسور^{۱۷} (فصل ۲۷) بر اثر زیست‌بوم

جزیره‌ای کوتوله شده بود (فصل ۵۰). سالتاسوریدها نیز گروهی از تایتانوسورهای کوچک و بسیار نزدیک به نمگتوسوریدها بودند که در آسیا، اروپا، ماداگاسکار و آمریکای جنوبی شناسایی شده‌اند. با وجود اطلاعات خوب به‌دست‌آمده در سال‌های اخیر، تایتانوسورها هنوز هم یکی از ناشناخته‌ترین تبارهای دایناسورها هستند.

جمجمه تایتانوسورها

این تصویر یکی از بهترین نمونه‌های شناخته‌شده از جمجمه تایتانوسورها و متعلق به نمگتوسور^{۱۸} است. شباهت جمجمه آن‌ها به دیپلودو کوئیدها (فصل ۲۶) باعث شده بود تا مدت‌ها نمگتوسور^{۱۹} و تایتانوسورها از تبار دیپلودو کوئیدها تلقی شوند اما وجود ویژگی‌هایی مانند لبه تورفته استخوان آرواره، شکل سوراخ بینی و جزئیات اسکلتی دیگر نشان می‌دهد که تایتانوسورها درواقع ماکرونارین‌هایی بودند که در زیست‌بوم جای‌گزین دیپلودو کوئیدها شدند و برای همین، جمجمه‌های مشابهی پیدا کردند. به این پدیده تکامل هم‌گرا می‌گوییم (فصل ۳۴).



نهایت زره‌پوش‌ها

آگوستینیا^{۱۵} یک نمگتوسورید ۱۵ متری با ۸ تن وزن بود که در حدود ۱۰۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست. نمگتوسوریدها و سالتاسوریدها در داشتن زرهی از استخوان‌های پوستی مشترک بودند اما این میان آگوستینیا با استخوان‌های پوستی بلند و تیز، یادآور استیگوسورها بود. نمونه‌ای از استیگوسورها هم گردنی دراز و سوروپودمانند پیدا کرده بود (فصل ۱۳)!



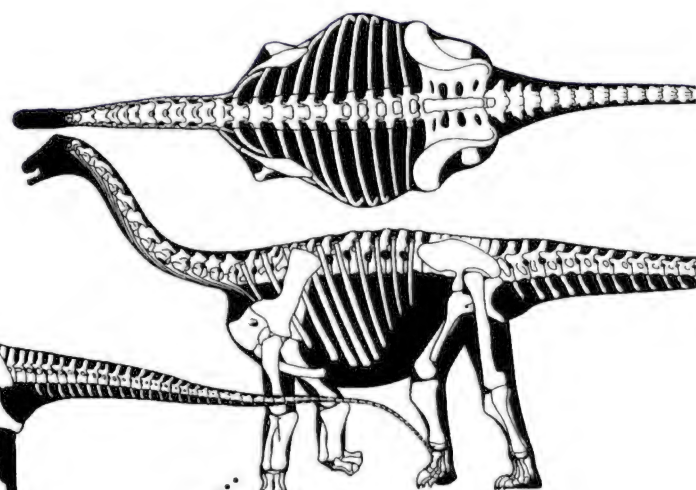
راپه‌توسورس

این نمگتوسورید ۱۵ متری حدود ۶۵ تا ۷۰ میلیون سال پیش در ماداگاسکار زندگی می‌کرد. البته نمونه‌ای که از راپه‌توسورس به دست آمده است، خیلی جوان بوده و شاید در سن بلوغ باز هم بزرگ‌تر می‌شده است. تصاویر بونیتاسورا و سالتاسورس نیز در همین مقیاس کشیده شده‌اند. بونیتاسورا هم از نمونه‌ای نابالغ شناسایی شده است. هر سه این دایناسورها جزء کوچک‌ترین تایتانوسورها بوده‌اند.



جمجمه
راپه‌توسورس

راپه‌توسورس
Raptosaurus



دایناسور سرکنده

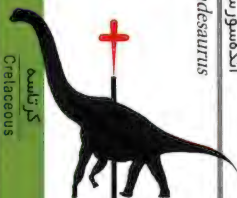
سالتاسوریدها یکی از تبارهای کوچک تایتانوسورها هستند اما با وجود دست‌های کوتاه و جثه‌های نسبتاً کوچک، بسیاری از دیگر خصوصیات تایتانوسورها در آن‌ها نیز دیده می‌شود. سالتاسورس ۱۶ تا ۱۲ متر طول داشت و وزنش تنها ۱/۸ تن بود. با کشف سالتاسورس معلوم شد که برخی سوروپودها نیز روی پوشش زرهی روی بدن خود داشته‌اند. به لگن عریض، مهره‌های خاجی که به لگن جوش خورده‌اند، استخوان‌های درشت و ضخیم ساعد، حذف بندهای انگشتان دست و استخوان جناغ سستبر در این دایناسور دقت کنید. متأسفانه شکارچیان سر این دایناسور را هم مثل خیلی سوروپودهای دیگر زودتر نوش جان کرده‌اند!

سالتاسورس
Paleogene
Cenozoic



جمجمه
بونیتاسورا

کرتاسه
Cretaceous
Mesozoic

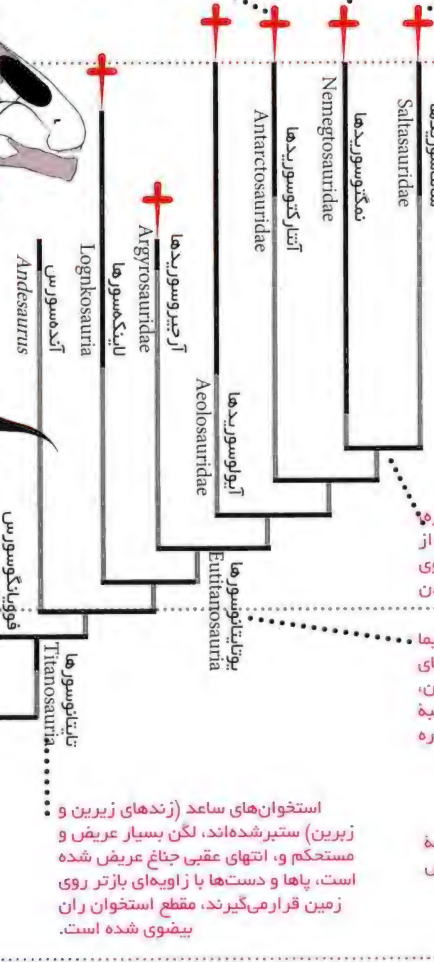


جمجمه
آنتارکتوسورس

ژوراسیک
Jurassic



جمجمه
آنتارکتوسورس



کوچک شدن نسبی اندازه
پیدایش پوشش زرهی از
استخوان‌های پوستی روی
پشت بدن

حذف کامل بندهای انگشتان دست؛ وزن مستقیماً
روی استخوان‌های کف دست می‌افتد. دندان‌های
میخ‌مانند، محدود شدن دندان‌ها به جلوی دهان،
شش مهره خاجی، پوزه پهن، فرورفتگی در لبه
کناری استخوان آرواره



استخوان‌های پوستی



استخوان‌های کف دست



جمجمه
آنتارکتوسورس

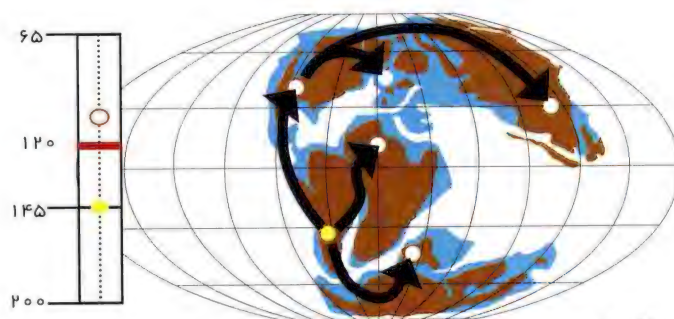


فرورفتگی در
استخوان آرواره

استخوان‌های ساعد (زندگی زیرین و
زیرین) سستبر شده‌اند، لگن بسیار عریض و
مستحکم، انتهای عقبی جناغ عریض شده
است، پاها و دست‌ها با زاویه‌ای بازتر روی
زمین قرار می‌گیرند، مقطع استخوان ران
بیضی شده است.

دایناسورها در زمین چمن!

تا همین چند سال پیش دانشمندان تصور می کردند که گیاه چمن و دیگر گیاهان خانواده گندم^۱ (مثل خیزران، مرغ، برنج و ذرت...) همگی در دوران سنوزوئیک، یعنی میلیون ها سال پس از انقراض دایناسورها، تکامل یافته اند و هیچ دایناسوری به عمر خود چمن ندیده است (← فصل ۳). در تصاویر این کتاب هم هیچ جا دایناسورها روی چمن دیده نمی شوند؛ البته جز همینجا: ایسی سورس^۲ یک آنتارکتوسورید هندی بود که در حدود ۶۵-۷۰ میلیون سال پیش در هند می زیست. این دایناسور ۱۸ متر طول داشت و وزنش به ۱۵ تن می رسید. چند سال پیش، چند دانشمند دیرینه شناس از جمله دکتر حبیب علی محمدیان (سازمان زمین شناسی کشور) مشغول بررسی سنگواره مدفوع تایتانوسورهای هند بودند که متوجه بقایای گیاهان خانواده گندم در این سنگواره ها شدند. این کشف بسیار مهم اولاً نشان داد که گیاهان خانواده گندم در آن زمان وجود داشته اند و به علاوه، دست کم در سرزمین هند (که در آن زمان قاره ای سرگردان میان اقیانوس بوده است) تایتانوسورها از این گیاهان تغذیه می کرده اند. شاید از همه جالب تر این نکته باشد که شباهت دندان های میخ مانند تایتانوسورها به دیپلودو کوئیدها به خاطر تغذیه هر دو گروه از گیاهان علفی نزدیک سطح زمین بوده است!



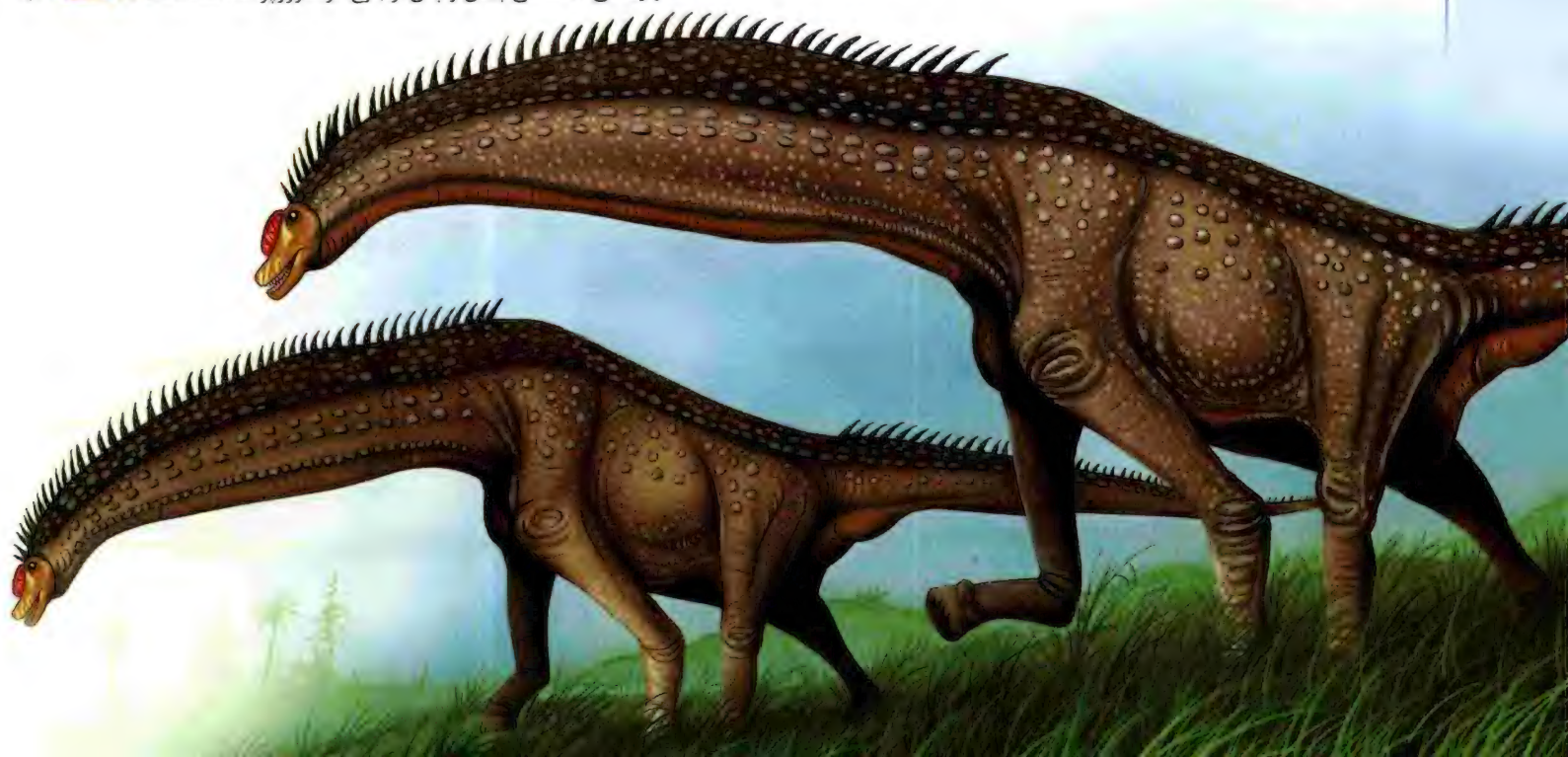
پراکنش
تایتانوسورها

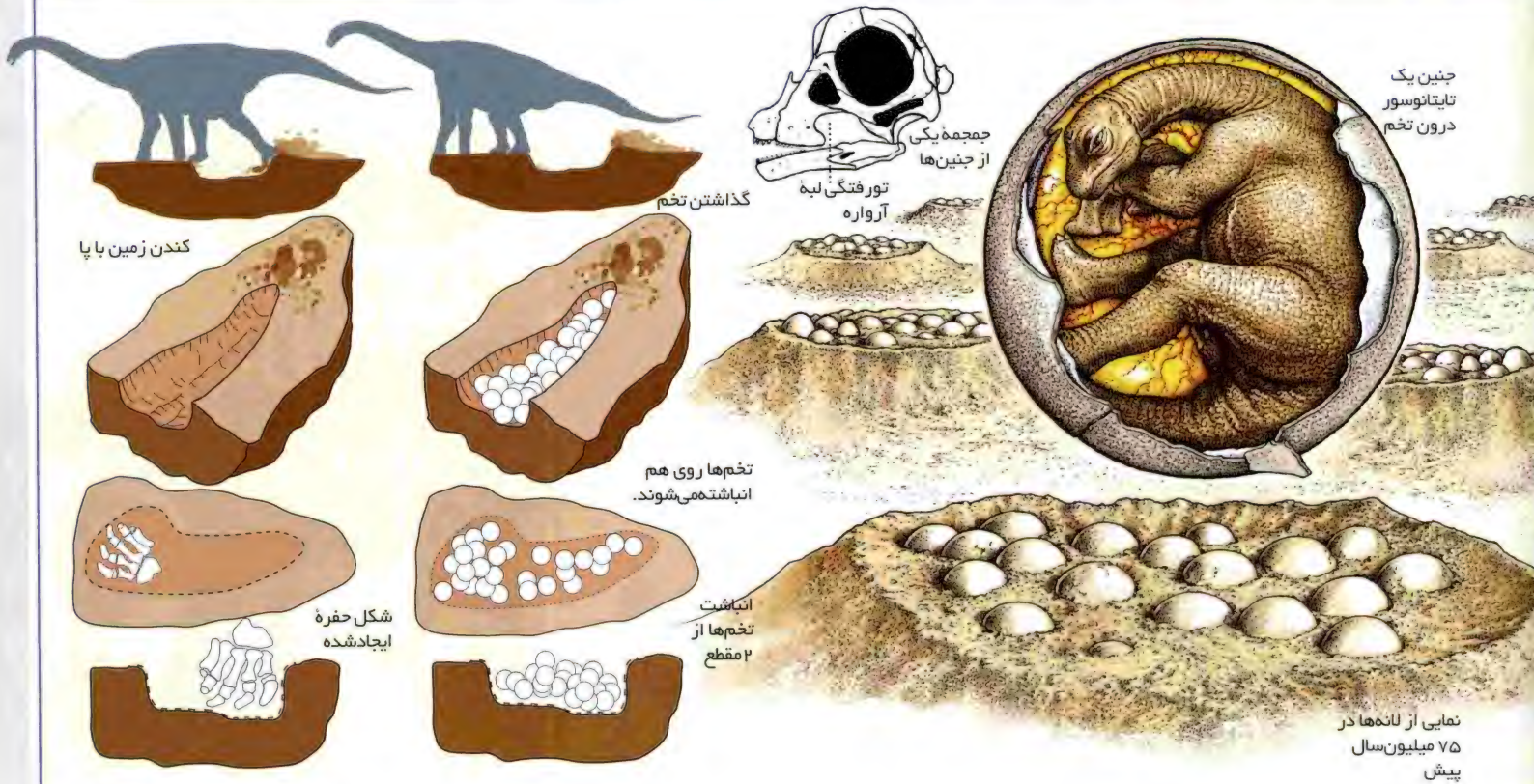
1- Poaceae 2- *Isisaurus*



تخم گذاری و دوره رشد در تایتانوسورها

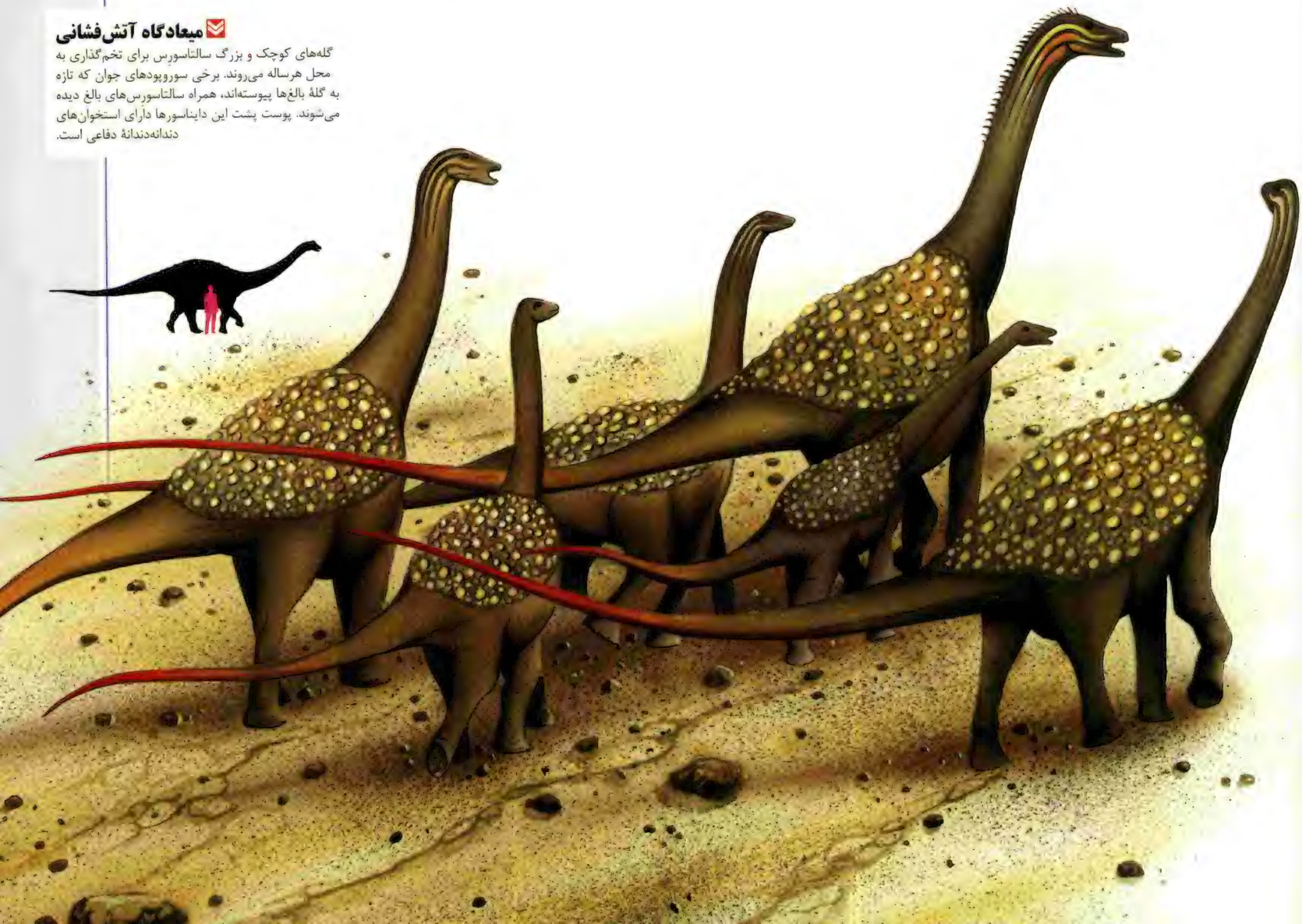
در سال ۱۹۹۸، نخستین رویان های قابل شناسایی از سوروپودها در آرژانتین کشف شدند. در ناحیه ای بزرگ تر از یک کیلومتر مربع هزاران تخم سوروپود، که دسته دسته زیر خاک پنهان شده بودند، به سنگواره تبدیل شده اند و پس از حدود ۷۵ میلیون سال بقایای آن ها در میان سنگ های سخت به دست ما رسیده است. تا همین امروز هم تحقیق در مورد این نمونه ها و نمونه های مشابه در مناطق دور و نزدیک آرژانتین ادامه دارد. مطالعه جمجمه جوجه سوروپودهای درون تخم ها به روشنی مشخص می کند که آن ها نوعی تایتانوسور بوده اند. در برخی از تخم ها حتی آثاری از پوست این جوجه ها نیز پیدا شده است. به نظر می رسد که تایتانوسورها در فصل مشخصی از سال به صورت دسته جمعی به این منطقه می آمده اند و خاک را با پاهایشان می کنده اند و درون آن تخم می گذاشتند. این منطقه در آن زمان دارای چشمه های آب گرم زیادی بوده و گرمایی دائمی از اعماق پوسته زمین تخم ها را گرم می کرده است. حتی کوچک ترین سوروپودها نیز چند صد برابر جوجه های تازه از تخم درآمده خود بوده اند و نمی توانسته اند روی تخم هایشان بخوابند یا جوجه هایشان را بزرگ کنند. این حیوانات کوچک که حتی از گربه خانگی هم کوچک تر بوده اند، در مدتی حدود ۱۵ تا ۲۰ سال (با سرعت رشدی حتی بیشتر از پستانداران) به اندازه های بسیار بزرگی می رسیده و به گله حیوانات بالغ می پیوسته اند اما پیش از آن، در گله های بسیار بزرگ به عمق جنگل می رفته و در آنجا مخفی می شده اند؛ جایی که شکارچیان بزرگ نمی توانستند به میان درختان آن بروند. دلیل اینکه تخم بزرگ ترین سوروپودها نیز هرگز از توپ فوتبال بزرگ تر نمی شده، نسبت سطح به حجم تخم هاست. تخم یک یاخته زنده است که به مرور تقسیم می شود و بدون دریافت مواد غذایی و آب به نوزادی کامل تبدیل می گردد اما گازهای تنفسی همواره باید در سطح پوست تخم جذب و دفع شوند. میزان تولید و جذب گازهای تنفسی با حجم توده زنده تخم نسبت مستقیم دارد و حجم توده زنده، متناسب با توان سوم قطر تخم است. زمانی که قطر تخم دوبرابر شود، حجم ماده زنده به ۸ برابر می رسد اما سطح پوسته تخم، متناسب با توان دوم قطر تخم است؛ یعنی، با دوبرابر شدن قطر تخم، سطح تنها چهار برابر می شود. بنابراین، تخمی با قطر ۳۰ سانتی متر، دوبرابر سخت تر از تخمی به قطر ۱۵ سانتی متر و ۳ برابر دشوار تر از تخمی به قطر ۱۰ سانتی متر می تواند «نفس بکشد» و هیچ دایناسوری تخمی از این بزرگ تر نمی توانسته است داشته باشد. همین محدودیت اندازه تخم، باعث بروز چنین رفتارهای پیچیده ای در زمان تخم گذاری و زندگی اجتماعی پیش و پس از بلوغ در سوروپودها شده است (← فصل ۴۲).

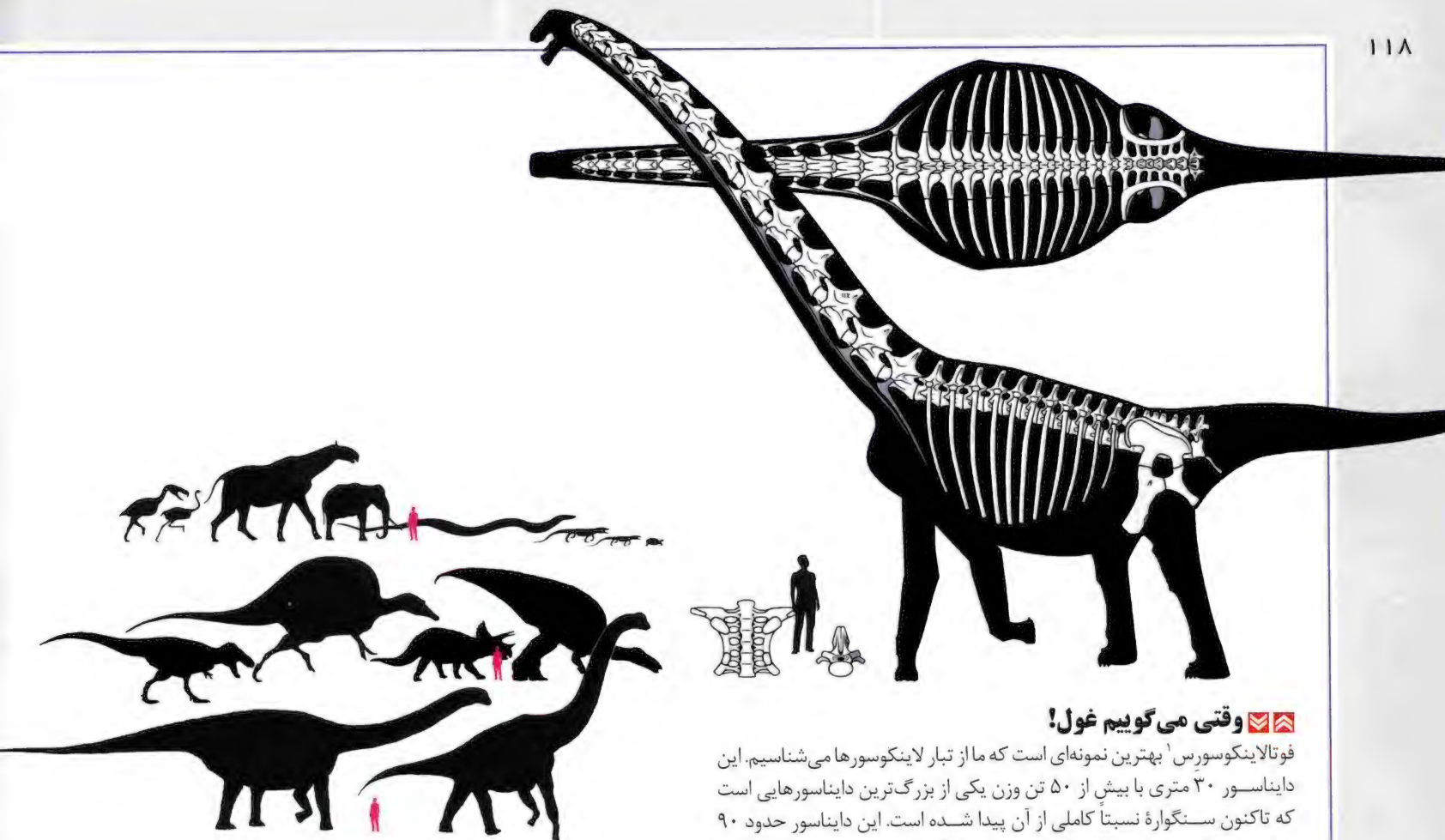




میعادگاه آتش‌فشانی

گله‌های کوچک و بزرگ سالتاسورس برای تخم‌گذاری به محل هر ساله می‌روند. برخی سوروپودهای جوان که تازه به گله بالغ‌ها پیوسته‌اند، همراه سالتاسورس‌های بالغ دیده می‌شوند. پوست پشت این دایناسورها دارای استخوان‌های دندان‌دندانه دفاعی است.





🔍 وقتی می‌گوییم غول!

فوتالاینکوسورس^۱ بهترین نمونه‌ای است که ما از تبار لاینکوسورها می‌شناسیم. این دایناسور ۳۰ متری با بیش از ۵۰ تن وزن یکی از بزرگ‌ترین دایناسورهایی است که تاکنون سنگواره نسبتاً کاملی از آن پیدا شده است. این دایناسور حدود ۹۰ میلیون سال پیش در جنگل‌زارهای چهارفصل آمریکای جنوبی می‌زیست. برای مقایسه اندازه این حیوان، به مقیاس انسانی و عکس زیر دقت کنید که تصویری از لگن و مهره‌های خاجی این دایناسور در کنار یک پژوهشگر کنجکاو است.

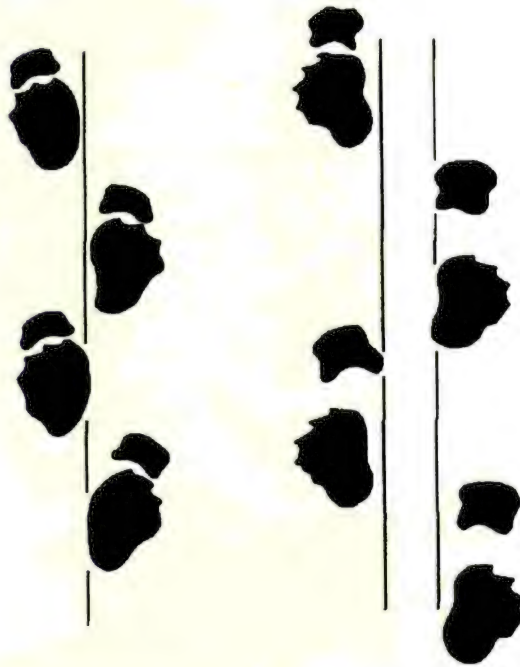
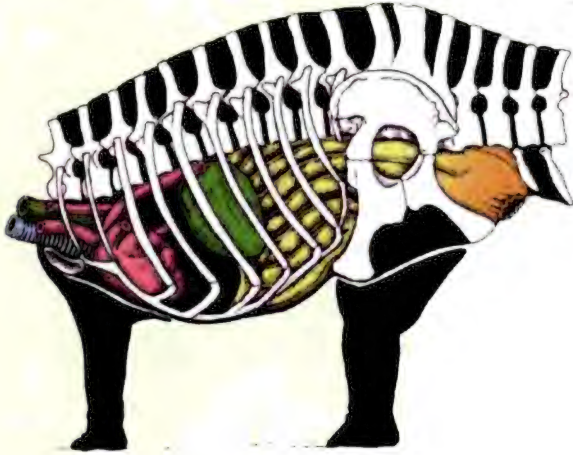
🔍 برخی از غول‌پیکرترین مهره‌داران خشکی‌زی در مقایسه با انسان

ردیف بالا از راست به چپ: سنگ‌پشت بزرگ^۲؛ اژدهای کومودو^۳؛ اژدهای مگالانیا (منقرض شده)^۴؛ تایتانوبوا (منقرض شده)^۵؛ انسان؛ فیل آفریقایی؛ کرگدن گردن‌دراز غول‌پیکر (منقرض شده)^۶؛ شترمرغ؛ مرغ وحشت (منقرض شده: ← فصل ۴۸).
ردیف میانی از راست به چپ: شانتونگوسورس^۷ (← فصل ۱۷)؛ ترای‌سراتوپس^۸ (← فصل ۲۱)؛ تیرانوسورس^۹ (← فصل ۳۷)؛ اسپاینوسورس^{۱۰} (← فصل ۳۴)؛ ردیف پایین از راست به چپ: براکیوسورس^{۱۱} (← فصل ۲۷) و آرجنتینوسورس^{۱۲} (همین فصل، یکی از غول‌پیکرترین تایتانوسورها).



❏ روده‌های بزرگ سورپودها

سورپودها سرهای کوچکی داشتند و غذا را بدون جویدن به سرعت می‌بلعیدند. آن‌ها الیف گیاهی را بدون خرد کردن به روده‌ها و کیسه‌های جانبی بزرگ روده‌ها می‌فرستادند تا طی مدت زمانی طولانی هضم و تخمیر شوند. بنابراین، بلند شدن طول لوله گوارش، بزرگ شدن شکم و بزرگ شدن جثه به نفع سورپودها بوده است.



ردپای سورپودهای دیگر

ردپای تایتانوسورها

❏ ردپای تایتانوسورها در مقایسه با سورپودهای دیگر

تایتانوسورها نسبت به سورپودهای دیگر پاهای خود را به صورت عریض‌تری روی زمین می‌گذاشتند؛ بنابراین، فاصله اثر پاها و دست‌های چپ و راست آن‌ها از خط فرضی محور ردپا بیشتر می‌شد.

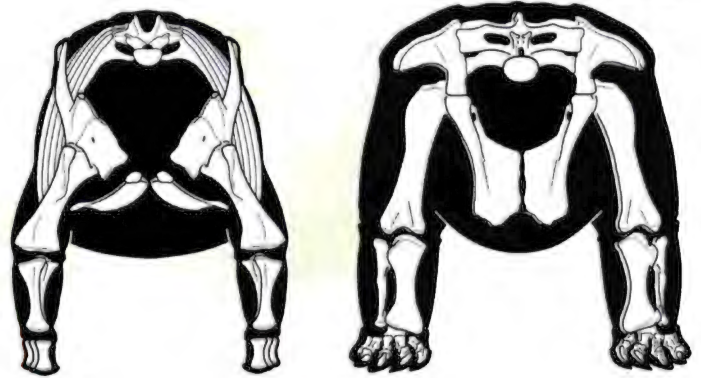
❏ چرا دایناسورها غول‌پیکر شدند؟

بزرگ شدن اندازه بدن برای هر موجود غول‌پیکر مزایا و هزینه‌هایی دارد. برخی از مهم‌ترین معایب غول‌پیکر شدن عبارت‌اند از: ۱- کند شدن حرکت و آسیب‌پذیری در برابر شکارچیان غول‌پیکر؛ ۲- افزایش طول دوره رشد و رسیدن به بلوغ؛ ۳- نیاز به غذا و منابع بیشتر؛ ۴- مشکل در تخلیه گرمای اضافی بدن و ۵- افزایش خطر انقراض و کاهش میزان تکامل به سه دلیل الف: طولانی شدن فاصله میان نسل‌ها و کاهش میزان تغییرات تکاملی؛ ب: تنوع کمتر در افراد گونه؛ و پ: کم شدن تعداد زاده‌ها. در برابر این معایب، مزایایی نیز برای غول‌پیکرها وجود دارد؛ از جمله: ۱- افزایش توانایی دفاع در برابر شکارچیان کوچک؛ ۲- افزایش توانایی شکار مورد گوشت‌خوارها؛ ۳- افزایش دامنه غذایی؛ ۴- افزایش موفقیت تولیدمثلی؛ ۵- برنده شدن در رقابت میان گونه‌های و درون گونه‌ای؛ ۶- افزایش طول عمر؛ ۷- افزایش هوش؛ ۸- بهره‌وری در انرژی؛ ۹- بقا در زمان قحطی و خشک‌سالی، و مقاومت نسبت به آب‌وهوای خشن.

دایناسورهای غول‌پیکر نسبت به پستانداران سرعت رشد بیشتری داشتند؛ مثلاً بلوغ یک سورپود ۲۰ تنی همان قدر طول می‌کشید که بلوغ یک فیل امروزی طول می‌کشد، از طرف دیگر، آن‌ها به دلیل داشتن کیسه‌های هوایی متصل به شش، جرم حجمی کمتری داشتند (❏ فصل ۲۲)، گرمای اضافی بدن را بهتر تخلیه می‌کردند و گردن‌های بلندشان کمک می‌کرد بدون راه رفتن زیاد، از دایره بزرگ‌تری گیاه بچینند. سرهای کوچک و بینی‌های بزرگ و عقب‌رفته نیز به آن‌ها کمک می‌کرد بی‌وقفه غذا بخورند و حتی برای نفس کشیدن هم بلعیدن غذا را متوقف نکنند. در حقیقت، سورپودها بدون گردن‌های دراز و کیسه‌های هوایی هرگز آن اندازه غول‌پیکر نمی‌شدند. به هر حال، مهم‌ترین دلیل تمایل گیاه‌خواران به بزرگ شدن، بهره‌وری از انرژی به دست آمده از منابع کم‌انرژی گیاهی است و سورپودها از این نظر موفق‌ترین گیاه‌خواران محسوب می‌شوند (❏ فصل ۴۰).

❏ وضع قرارگیری پاها در تایتانوسورها

برخی از ردپاهای مختلف سورپودها که از ژوراسیک میانی تا کرتاسه بالایی دیده می‌شوند، نشان می‌دهند که صاحبان آن‌ها پاها و به خصوص دست‌هایشان را گشادتر از دیگر سورپودها قرار می‌داده‌اند. بررسی استخوان‌های آن‌ها نیز نشان می‌دهد که پاها و دست‌های تایتانوسورها به همین صورت گشاد قرار می‌گرفته‌اند. ستبر شدن جناغ، ضخیم شدن زندهای زیرین و زیرین و بیضی شدن مقطع استخوان ران با تکامل همین ویژگی مرتبط‌اند. در تصویر زیر وضع قرارگیری پاها (سمت راست) و دست‌ها (سمت چپ) از نمای جلویی در یک آنتارکتوسورید به نام اوپستوسیلی کادیا^{۱۳} دیده می‌شود. مهم‌ترین دلیل پیدایش این ویژگی عجیب، تطابق بیشتر با وزن زیاد، افزایش مقاومت استخوان‌ها و بالا بردن تعادل بدن بوده است.



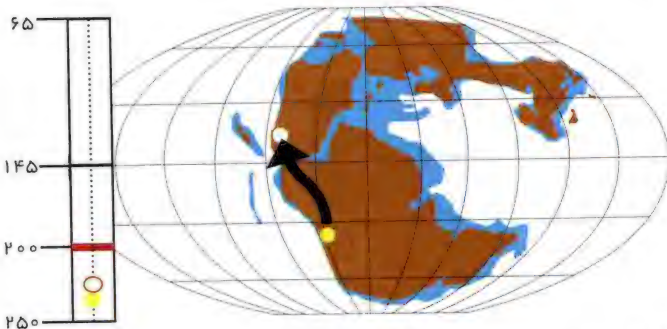
تروپودها قلمرو شکار چپان خون ریز و علفخواران رام

پیش جان به دربرده‌اند و تبار پیروزمند آن‌ها امروزه نیمی از گونه‌های مهره‌داران خشکی‌زی، یعنی پرندگان، را تشکیل می‌دهد. ابتدایی‌ترین تروپودها، به‌عنوان تباری از سوریسکین‌ها، کیسه‌های هوایی متصل به شش داشتند اما برخلاف سوروپودومورف‌ها، این کیسه‌های هوایی به درون استخوان‌های دراز (مثل بازوها) نیز رفته بودند. بنابراین، جرم حجمی بدن آن‌ها باز هم کمتر می‌شد، برای دویدن به انرژی کمتری نیاز داشتند، و گرمای شدید حاصل از دویدن را بهتر تخلیه می‌کردند. تروپودها دست‌های بزرگی نیز داشتند که به سه انگشت بزرگ ناخن‌دار منتهی می‌شد. انگشت پنجم دست آن‌ها تحلیل‌رفته بود و در اغلب تروپودها هیچ اثری از آن دیده نمی‌شد. دندان‌های آن‌ها لبه‌های تیز و برنده‌ای داشت و روی این لبه‌های تیز، دندان‌هایی کوچک و اره‌مانند وجود داشت که به بریدن گوشت و استخوان شکار کمک می‌کرد اما مهم‌ترین ویژگی آن‌ها، شاید وجود مفصلی در میانه استخوان‌های آرواره باشد. مفصل میان آرواره‌ای آن‌ها باعث افزایش حجم غذای بلعیده‌شده و نیز کاهش ضربه ناشی از دریدن بدن شکار می‌شده است. این مفصل روی سوراخ آرواره‌ای و میان استخوان دندان‌ی در جلو و استخوان‌های قسمت عقب آرواره پیدا شده بود.

نخستین تروپودها حیواناتی کوچک و سریع مانند ائودرومیوس^۴ بودند که در آمریکای جنوبی می‌زیستند. تا اوایل سال ۲۰۱۱، ائوراپتور^۵ (فصل ۱۰ و ۲۳) ابتدایی‌ترین تروپود شناخته می‌شد اما بررسی‌های دقیق‌تر نشان داد این حیوان بیشتر به سوروپودومورف‌ها (فصل ۲۳-۲۸) شباهت داشته و نخستین نماینده از آن تبار بوده است. ائودرومیوس یک تروپود واقعی بود و نسل‌های بعدی تروپودها همه از دایناسوری مانند ائودرومیوس تکامل یافتند. یکی از تروپودهای ابتدایی دیگر تاوا^۶ نام دارد که در حدود ۲۱۵-۲۱۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. وجود نخستین تروپود در آمریکای جنوبی و بسیاری از تروپودهای بعدی در آمریکای شمالی نشان می‌دهد که چگونه دایناسورها در آمریکای جنوبی ظهور یافتند و به سرعت به همه‌طرف پراکنده شدند (فصل ۱۰). تاوا، تروپود ابتدایی ساکن آمریکای شمالی، حدود دو متر طول داشت و شباهت‌های بیشتری با تروپودهای بعدی پیدا کرده بود. به تبار بزرگی که پس از این دو تروپود قدیمی پیدا شد، نیوتروپودها^۷ می‌گوییم. در فصل‌های آینده با تنوع و تکامل نیوتروپودها آشنا می‌شویم.

دونده سیده‌دمان

ائودرومیوس قدیمی‌ترین دایناسور شناخته شده و البته آخرین تروپود کشف شده است. دانشمندان خبر کشف این دایناسور ۲۳۰ میلیون ساله را در اوایل سال ۲۰۱۱ منتشر کردند. ائودرومیوس تنها یک متر طول داشت و وزنش به اندازه یک مرغ خانگی بود اما اگر امروز زندگی می‌کرد، سگ‌ها از ترس چنگ و دندان‌ش فرار می‌کردند!



پراکنش نخستین تروپودها

تروپودها تنها گروه دایناسورها هستند که توانسته‌اند تا امروز زنده بمانند البته آن‌ها متنوع‌ترین گروه از دایناسورها نیز هستند. درست مانند اورنی‌تیسکین‌ها و سوروپودومورف‌ها، تروپودها نیز به سمت گیاه‌خواری متمایل شدند و چندین گروه کاملاً گیاه‌خوار از میان آن‌ها تکامل یافت اما نیای تروپودها نسبت به دیگر شکارچیان دوران خود برتری‌هایی داشته‌اند و همین ویژگی باعث آن شد که نسل‌های بعدی تروپودها نیز به برترین شکارچیان روی زمین تبدیل شوند. تروپودها دایناسورهای شکارچی بودند که طی تکامل به چندین گروه از قاتل‌های خون‌ریز حرفه‌ای و چندین گروه از دایناسورهای رام گیاه‌خوار و شکم‌کننده تبدیل شدند. در گذشته تروپودها را به سادگی به دو گروه تروپودهای غول‌پیکر (کارنوسورها^۲) و تروپودهای کوچک (سیلوروسورها^۳) تقسیم می‌کردند اما امروز می‌دانیم که جز این دو گروه چندین تبار دیگر نیز از تروپودهای کوچک و بزرگ وجود داشته‌اند و در حقیقت، تکامل تروپودهای کوچک و بزرگ بارها و بارها تکرار شده است. حتی برخی از بزرگ‌ترین و معروف‌ترین تروپودهای غول‌پیکر در حقیقت از تبار سیلوروسورها تکامل یافته‌اند (فصل ۳۷) اما شاید مهم‌ترین زیرگروه تروپودها برای دنیای امروز ما، گروهی از سیلوروسورها کوچک باشند که در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش از تبار گروهی از شکارچیان حرفه‌ای تکامل یافته و تا همین امروز توانسته‌اند نماینده زنده دایناسورها باقی بمانند.

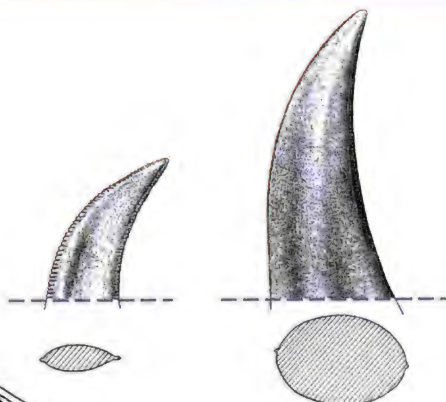
پیدایش تروپودها و برتری‌های ساختاری آن‌ها

نخستین آرکوسورها (فصل ۸)، نخستین دایناسورومورف‌ها (فصل ۱۰) و نخستین سوریسکین‌ها (فصل ۲۲) نیز شکارچی بودند اما در حدود ۲۳۰ میلیون سال پیش، گروه جدیدی از تبار آرکوسورها دایناسورومورف سوریسکین روی زمین پیدا شدند که به‌خاطر برتری‌های ساختار بدنشان توانستند بر تنوع بقیه آرکوسورها شکارچی و حتی آرکوسورها غیرشکارچی پیروز شوند. تروپودها متنوع‌ترین و موفق‌ترین زیرگروه آرکوسورها هستند. آن‌ها تنها دایناسورهایی هستند که از انقراض مهیب ۶۵ میلیون سال



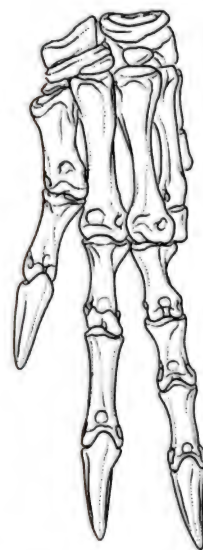
دندان‌های تیز و دنداندار

در میان دایناسورها، تنها تروپودها چنین دندان‌های تیز و برنده‌ای داشته‌اند. دندان‌های ریز روی لبه دندان برندگی آن را افزایش می‌دهد. مقطع عرضی این دندان‌ها لبه باریک آن‌ها را به خوبی نمایان می‌کند.

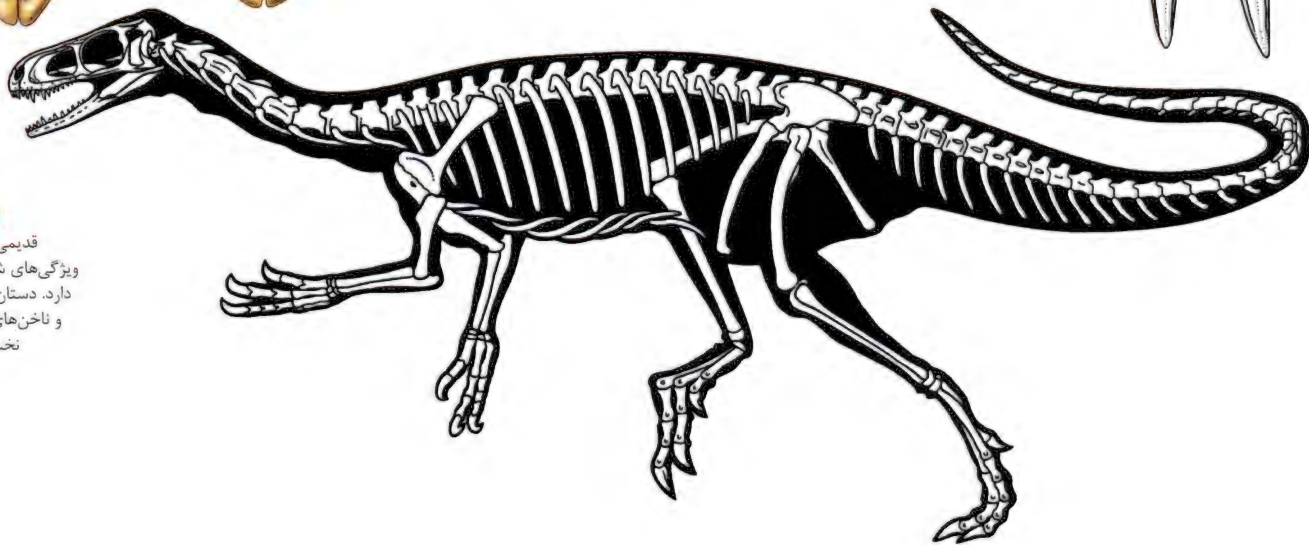
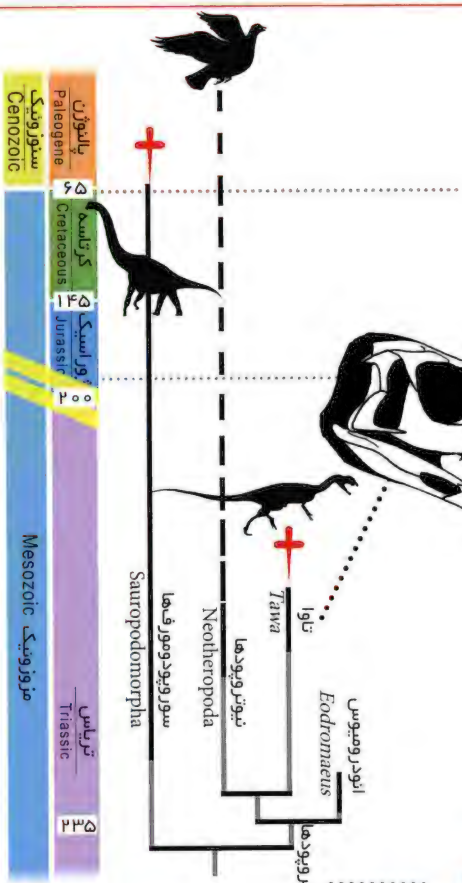


انگشتان کشیده و پنجه‌های تیز

تروپودها نسبت به دایناسورهای دیگر دست‌های بزرگ‌تری داشته‌اند، انگشتان آن‌ها کشیده‌تر بوده و بهتر بازوبسته می‌شده است. آن‌ها ناخن‌های تیزی داشته‌اند و البته انگشت پنجم آن‌ها نیز تحلیل رفته است. دست اغلب تروپودها تنها سه انگشت داشته است (← فصل ۳۳). این تصویر دست ائودرومیوس است.



مفصل میان آرواره:
این مفصل که میان استخوان‌های دندانی و استخوان‌های قسمت عقب آرواره پیدا شده، به باز تر شدن دهان کمک می‌کرده است.



اسکلت ائودرومیوس

قدیمی‌ترین تروپود شناخته شده نیز همه ویژگی‌های شاخص سوریسکین‌ها و تروپودها را دارد. دستان این دایناسور با سه انگشت بزرگ و ناخن‌های تیز نشان می‌دهد که این حیوان نخستین نماینده از تبار تروپودهاست.

نیوتروپودها

شغال‌های تریاس تا عقاب‌های امروز

سیلوفایزیدها^۱ ابتدایی‌ترین تبار از نیوتروپودها^۲ هستند. به این خانواده و همهٔ تروپودهای بعدی (تا پرندگان امروزی) نیوتروپود می‌گوییم. نیوتروپودهای بعدی از موجوداتی کمابیش مشابه سیلوفایزیدها تکامل یافتند؛ بنابراین، میان انواع ابتدایی گروه‌های بعدی تروپودها و این خانواده شباهت‌های ظاهری زیادی می‌توان دید. شواهد بسیار خوبی از زندگی گله‌ای در سیلوفایزیدهای یکی - دو متری در دست است. در گذشته‌ای نه‌چندان دور، تصور می‌شد که آن‌ها حتی هم‌نوع‌خوار هم بوده‌اند و بچه‌های بی‌سرپرست در گله‌های خود را می‌خورده‌اند. البته این رفتار در برخی خویشاوندان امروزی آن‌ها مثل مرغ‌های دریایی دیده می‌شود اما هیچ شواهدی برای چنین رفتاری در سیلوفایزیدها وجود ندارد. نمونه‌هایی هم که تصور می‌شده از جوجه‌های خورده‌شده در شکم چند سیلوفایزیس بالغ به‌جامانده باشد، در حقیقت بقایای بچه‌کرو و کودیل‌ها بوده است.

پیدایش سیلوفایزیدها و تکامل نخستین نیوتروپودها

خانوادهٔ سیلوفایزیدها مجموعه‌ای از دایناسورهای شکارچی با سرهای پرنده‌مانند و دندان‌های تیز بودند که از یک تا ۷ متر طول داشتند. آثاری از آن‌ها در اروپا، آفریقا و آمریکای شمالی کشف شده است. اغلب سیلوفایزیدها روی سرشان دو کاکل موازی داشتند اما این ویژگی مختص آن‌ها نبود. در تروپودهای بعدی، مثل زوپای سورس^۳ ۵ متری از آمریکای جنوبی و دایلو فوسوریدها^۴ (فصل ۳۱) نیز چنین کاکل‌هایی به‌وضوح دیده می‌شوند. از طرف دیگر، به‌نظر می‌رسد که برخی از نمونه‌های هر کدام از این دایناسورها بدون کاکل بوده باشند؛ بنابراین، تعجبی ندارد اگر تصور کنیم که این کاکل‌ها نیز مخصوص انتخاب جفت بوده‌اند و احتمالاً نشانهٔ ویژهٔ دایناسورهای نر به‌شمار می‌رفته‌اند (فصل ۲۱).

یکی دیگر از ویژگی‌های مشترک سیلوفایزیدها و تروپودهای بعدی (و حتی تاوا که از آن‌ها ابتدایی‌تر بوده) شکل خاص استخوان پیش‌آروارهٔ آن‌هاست که اتصال سستی با آروارهٔ بالا دارد و دندان‌هایش نیز ضعیف‌ترند. این ویژگی حتی در تروپودهای بسیار پیشرفته‌تر نیز دیده می‌شود اما دلیل مشخصی برای آن شناسایی نشده است (فصل ۳۴). در گذشته، این ویژگی را نشان‌دهندهٔ ضعف آروارهٔ این دایناسورها و دلیلی برای

لاشه‌خواری آن‌ها تصور می‌کردند اما این دایناسورها در اندازه‌های مختلف تکامل یافته و به مهم‌ترین گوشت‌خواران زمان خود تبدیل شده بودند؛ بنابراین، نمی‌توانیم همهٔ آن‌ها را لاشه‌خوار بدانیم. ممکن است این ویژگی دلیل رفتار شناختی خاصی داشته باشد که فعلاً در میان سنگواره‌ها شواهدی مستدل برای آن کشف نشده است.

به سیلوفایزیدها و تروپودهای پس از آن‌ها، در مجموع، نیوتروپودها می‌گوییم. این دایناسورها ویژگی‌های مشترکی داشته‌اند که در تاوا، ائودرومیوس و دایناسورهای دیگر دیده نمی‌شوند. مهم‌ترین ویژگی نیوتروپودها از نظر استخوان‌شناسی متصل‌شدن دو استخوان ترقوه و تشکیل استخوانی به نام استخوان چنبری^۵ بوده است که همین امروز هم آن را در پرندگان به‌خوبی می‌توان دید. این همان استخوانی است که در پرندگان به اشتباه «جناغ» نامیده می‌شود (درحالی‌که جناغ حقیقی پرندگان همان استخوان پرگوشت و بزرگ سینه است). تکامل استخوان چنبری به دلیل استفادهٔ این دایناسورها از دست‌هایشان در شکار جانوران رخ‌داد. استخوان چنبری میان دو ترقوه نقش «کمک‌فتر» را بازی می‌کند و باعث استحکام بیشتر شانه و بازوها در حرکت‌های سریع می‌شود. افزایش طول استخوان تهی‌گاهی و سطح اتصال ماهیچه‌های پا به این استخوان، و زیادشدن مهره‌های خاجی که به لگن متصل می‌شوند، نشان‌دهندهٔ افزایش قدرت دویدن در این دایناسورهاست. کوچک‌شدن انگشتان نخست و پنجم پا، ویژگی دیگری نیوتروپودهاست که بر اساس دونده بودن این دایناسورها تکامل یافت. دویدن روی سه انگشت راحت‌تر از پنج انگشت است؛ بنابراین، انگشت نخست کوچک‌شد و از انگشت پنجم تنها قسمتی از استخوان کف پا باقی‌ماند. به این ترتیب، دست‌های نیوتروپودها آخرین بقایای انگشت پنجم خود را از دست‌داد و تنها چهار انگشت نخست باقی‌ماندند (فصل ۳۳).

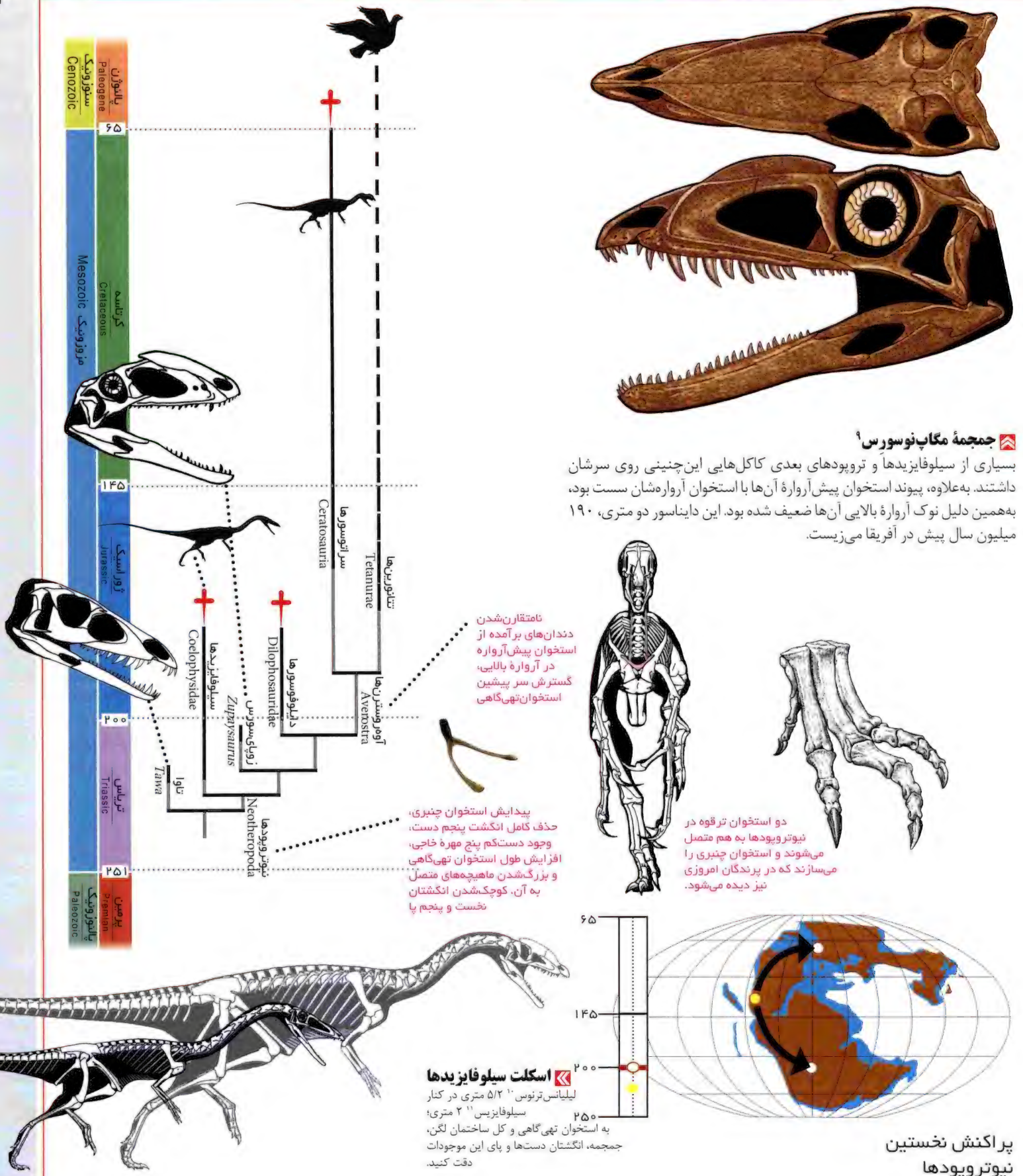
پس از سیلوفایزیدها، زوپای سورس و دایلو فوسوریدهای کاکل‌دار، تباری بزرگ از تروپودها تکامل یافت. این تبار که خود به دو شاخهٔ دیگر تقسیم می‌شود و در مجموع، آهروسترین‌ها^۶ نام دارد، سراتوسورها^۷ و تتانورین‌ها^۸ را دربرمی‌گیرد. سراتوسورها (فصل ۳۲) بیشتر در خشکی‌های جنوبی پراکنده شدند و تتانورین‌ها (فصل ۳۳-۴۸) در خشکی‌های شمالی موفق‌تر بودند؛ گرچه هر دو گروه شمالی و جنوبی نمایندگانی استثنایی در خارج از قلمرو اصلی خود نیز داشته‌اند. تبار تتانورین‌ها شامل پرندگان (فصل ۴۷-۴۸) می‌شود و یکی از ویژگی‌های مشترک آن‌ها گسترده‌شدن قسمت پیشین استخوان تهی‌گاهی است.



سپیده‌دم دایناسورها

نخستین گله‌های دایناسورهای شکارچی در تریاس بالایی، متعلق به سیلوفایزیس‌ها بود. این دایناسورهای ۴ تا ۳ متری ۲۱۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب و گرم آمریکای شمالی به دنبال همه‌جور شکاری بودند؛ از کروکودیل‌های کوچک گرفته تا سوپروپودومورف‌های بزرگ، پستانداران نخستین، حشرات و تروسورها.



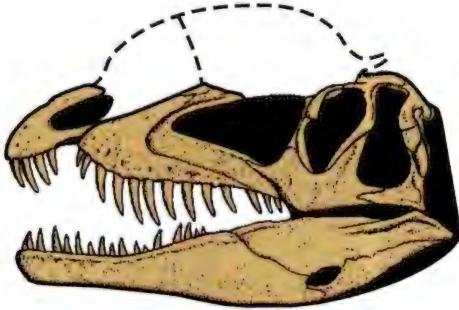




دایلو فوسوریدها^۱ نخستین تبار از دایناسورهای شکارچی بزرگ جثه بودند که در اوایل دوره ژوراسیک تکامل یافتند. آن ها هم مثل سیلوفایزیدها (← فصل ۳۰) کاکل دار بودند. شواهد نشان می دهند که کاکل ها مخصوص جنس نر بوده است. اغلب دایلو فوسوریدها (به جز کرایولوفوسورس^۲) دو کاکل موازی داشتند که از بالای سر تا نزدیکی نوک بینی شان کشیده شده بود. آن ها احتمالاً در سراسر جهان آن زمان پراکنده بوده اند؛ زیرا سنگواره های آن ها از آمریکای شمالی، آسیا، آفریقا و حتی قطب جنوب کشف شده است. قاره قطب جنوب در آن دوره نیز درون مدار قطبی زمین قرار می گرفت و زمستان های تاریک و سرد و برف گیری داشت. امروزه تنها جانوران خون گرم می توانند درون مدار قطبی به زندگی ادامه دهند.

خروس جنگی ماقبل تاریخ

کاکل های این دایناسورهای گوشت خوار همان نقشی را داشته اند که کاکل خروس های امروزی دارد: نمایش دادن قدرت و راندن خروس های دیگر که گاهی هم به جنگ و خون ریزی می کشیده مانند تصویر بالا ممکن بوده است که یک دایلو فوسور با صورتی زخمی و کاکل شکسته قدرتش را در گله خود از دست بدهد.



جمجمه دایلو فوسورس

یکی از تصورات نادرستی که در مورد دایلو فوسورس^۳ وجود داشت، این بود که دندان های این دایناسور قدرت کافی برای دریدن شکارهای زنده و چموش را نداشته اند. البته شکل استخوان پیش آرواره و مفصل آن با استخوان آرواره این جانور موجب بروز چنین اشتباهی می شد. در حقیقت، دندان های بلند استخوان آرواره دایلو فوسورس نشان می دهند که این دایناسور درنده خوبی بوده است.



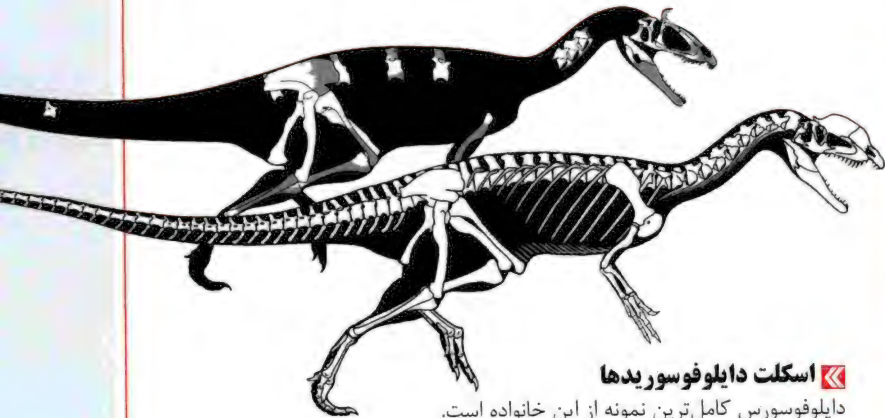
خانواده سحر خیز

یک دایلو فوسورس به همراه چند فرزند بازیگوش صبح زود از لانه خود بیرون می آید تا شکار روزانه را آغاز کند. مهم ترین شکارهای این خانواده، دایناسورهای سورپودومورف ابتدایی است!

نخستین تبار از شکارچیان بزرگ

خانواده دایلو فوسوریدها نخستین تبار موفق از دایناسورهای شکارچی بودند که با جثه های ۵ تا ۷ متری در سراسر زمین پراکنده شدند. گسترش این تبار از شکارچیان، که در آن زمان از بزرگ ترین دایناسورهای گوشت خوار محسوب می شده اند، نشان می دهد که اوایل دوره ژوراسیک شرایط برای زندگی چنین موجوداتی مناسب بوده است. وجود شکار زیاد (سورپودومورف های ۱۰-۱۲ متری و اورنی تیسکین های یکی - دو متری) و نبود رقیب های جدی، مثل پستانداران بزرگ و کروکودیل های دویا (که اغلب در پایان دوره تریاس منقرض شده بودند) باعث شد تروپودها به مهم ترین شکارچیان زمان خود تبدیل شوند اما موفقیت دایلو فوسوریدها چندان دیرپا نبود. تقریباً در اواسط دوره ژوراسیک، آهروسترنها^۴ شروع به گسترش و بزرگ شدن کردند. سراتوسورها^۵ و تتانورینها^۶ دو تبار بزرگ آهروسترنها بودند که نسبت به دایلو فوسوریدها برتری های زیادی پیدا کرده بودند. هر دو گروه لگن هایی کشیده تر از نیاکان خود، مهره های خاجی بیشتر و ماهیچه های بزرگ تری در پا داشتند که به دویدن آن ها کمک می کرد. بنابراین، با انقراض آخرین دایلو فوسورید، یعنی کرایولوفوسورس^۷ که در سرزمین یخ بسته قطبی در انتهای زمین می زیست، تبار دایلو فوسوریدها برای همیشه منقرض شد.





اسکلت دایلو فوسوریدها

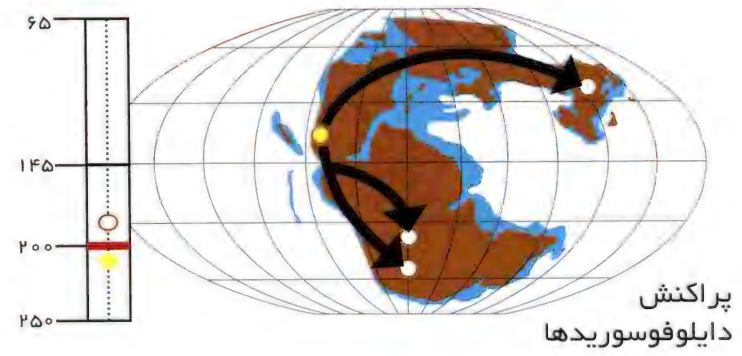
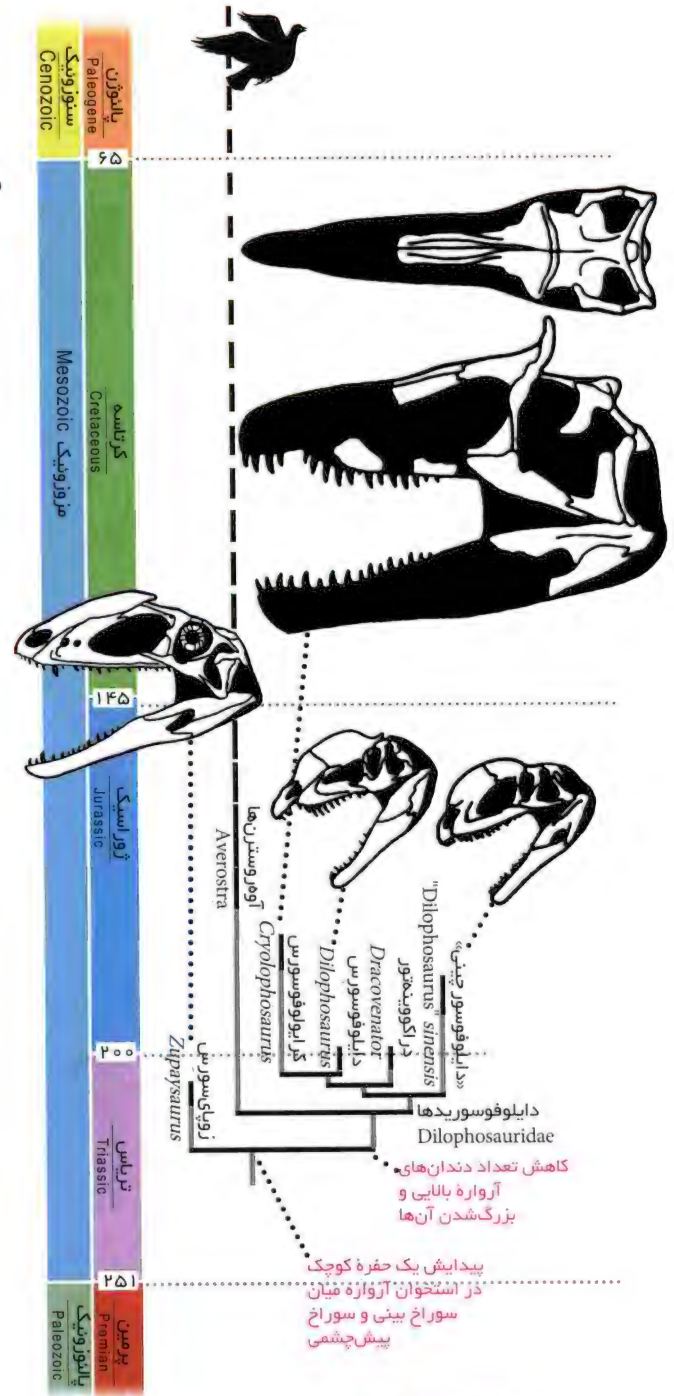
دایلو فوسورس کامل ترین نمونه از این خانواده است. به شکل استخوان های لگن، جمجمه و دست ها توجه کنید. تعداد کمی استخوان از کرایولوفوسورس در صخره های منجمد قطبی به دست آمده است.

تکامل دایلو فوسوریدها

دایلو فوسوریدها نزدیک ترین خویشاوندان آهروسترین ها بودند و کاکل هایشان نسبت به تروپودهای قبلی بزرگ تر شده بود. ابتدایی ترین نمونه آن ها یک دایلو فوسورید ۶ متری از چین است که هنوز نام علمی ندارد! دراکو وینه تور^۷ یک نمونه ۷ متری از آفریقای جنوبی بود. دایلو فوسورس نیز ۷ متر طول داشت و در آمریکای شمالی می زیست. کرایولوفوسورس با ۶ متر طول ساکن قطب جنوب بوده است. به شکل جمجمه آن ها در مقایسه با زویای سورس توجه کنید.

کاکلی قطبی

قطب جنوب همواره یکی از زیستگاه های مهم دایناسورها بوده است (← فصل ۱۵). کرایولوفوسورس اگر پوشش ضخیمی از پر نمی داشت، نمی توانست در زمستان های تاریک قطب جنوب زنده بماند. با توجه به شکل کاکل استخوانی این دایناسور تصویری شود که آرایش پرهای او این گونه بوده باشد.



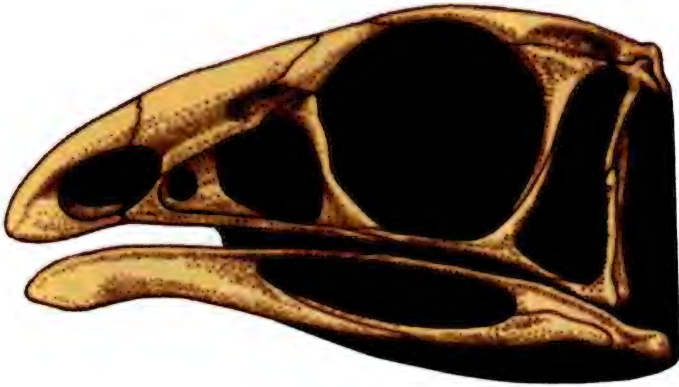
- 1- Dilophosauridae 2- Cryolophosaurus 3- Averostira 4- Ceratosauria 5- Tetanurae 6- Dilophosaurus 7- Dracovenator



سراتوسورها پادشاهان جنوب

◀ مجموعه لیموسورس

به دهان بدون دندان، چشمان بزرگ و شکل آرواره این حیوان دقت کنید و آن را با دیگر آرکوسورهای گوشتخواری که گیاه‌خوار شدند (فصل ۸، ۱۰، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۷ و ۴۸) مقایسه کنید. چه ویژگی‌های در همه آن‌ها مشترک است؟ (فصل ۴۰)



الافروسورها^۳

با کمال تعجب، ابتدایی‌ترین خانواده از این تبار شکارچی، گروهی از دایناسورهای گیاه‌خوارند! الافروسورها دایناسورهایی کوچک تا متوسط (۲ تا ۶ متر)، با پاهایی لاغر و کشیده، سرهایی کوچک و منقاردار و بی‌دندان و گردن‌هایی دراز بودند. اگر به خاطر ویژگی‌های مشترک در جزئیات استخوان‌شناسی نبود (مثلاً دست‌های کوچک و تحلیل‌رفته و ساختمان لگن)، هرگز تصور نمی‌کردیم که الافروسورها خویشاوند سراتوسورهای کله‌گنده و تیزدندان باشند (فصل ۸ و ۳۸). الافروسورس^۴ نمونه‌ای است که سال‌ها از پیداشدنش می‌گذرد و هنوز مطالعه دقیقی روی آن صورت نگرفته است. این دایناسور ۶ متر طول داشت و در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در سواحل و آب‌رفت‌های آفریقا می‌زیست. البته همین اواخر، الافروسور دیگری در چین پیدا شد که لیموسورس^۵ نام گرفت. این دایناسور که ۱/۵ تا ۲ متر طول داشت، ۱۶۰ میلیون سال پیش در چین می‌زیست. سنگواره به‌دست آمده از این دایناسور نشان می‌دهد که احتمالاً گله‌ای از لیموسورس‌ها در حال گشت‌وگذار در زمین‌های مرطوب اطراف جنگل بوده‌اند که یکی از آن‌ها درون گل‌ولای به‌جا مانده در ردپای یک سورپود غول‌پیکر (احتمالاً یک ممنچی‌سورید^۶؛ فصل ۲۵) گیر کرده و مرده است.

سراتوسورها^۱ یکی از دو انشعاب بزرگ آوه‌روسترین‌ها بودند؛ تباری که به جز چند مورد ابتدایی، اغلب در سرزمین‌های جنوبی پراکنده شدند. سراتوسورها پادشاهان سرزمین‌های جنوبی بودند؛ زیرا گرچه از نظر تنوع شکل و توانایی در اشغال کنام‌های بوم‌شناختی به پای تتانورین‌ها^۲ (فصل ۳۳) نمی‌رسیدند، باز هم دایناسورهایی در این تبار تکامل یافتند و به شکارچیان بزرگ، شکارچیان کوچک، ماهی‌خوارهای رودخانه‌ای، لاشه‌خوارها، و حتی گیاه‌خواران کوچک و متوسط بدل شدند! درحقیقت، ظاهر برخی از سراتوسورها به قدری متفاوت است که اگر به جزئیات مشابه استخوان‌شناسی توجه نکنیم، پذیرفتن خویشاوندی نزدیک میان سراتوسورهای ۷ متری درنده با سرهای بزرگ و شاخ‌دار و سراتوسورهای کوچک دو متری گیاه‌خوار با سرهای کوچک و منقارهای پرنده‌مانند، خیلی سخت است.

سراتوسورها: از پایان قرن بیستم تا همین امروز

تا اواخر قرن بیستم، در مورد اغلب سراتوسورها و تکامل آن‌ها اطلاعات چندانی در دست نبود و همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد (فصل ۲۹)، بیشتر دانشمندان تروپودها را به‌سادگی به دو گروه «کوچک» و «بزرگ» تقسیم می‌کردند؛ اما با کشف نمونه‌های بیشتر و بررسی‌های دقیق‌تر استخوان‌شناسی، به تدریج معلوم شد که تکامل تروپودها به همین سادگی هم رخ نداده است. یکی از تبارهای بزرگ و اصلی تروپودها، که در دهه پایانی سده گذشته درباره آن سخن به میان آمد، همین سراتوسورها بودند. در آن زمان، سیلوفیزوئیدها و دایلوپوسوریدها نیز جزء سراتوسورهای ابتدایی در نظر گرفته می‌شدند اما با کشف نمونه‌های بیشتر هر روز به تعجب دانشمندان افزوده شد. تصویری که امروز از این دایناسورها داریم، با نخستین روزهای معرفی این تبار به جهان دایناسورشناسی متفاوت است. سراتوسورها در خشکی‌های جنوبی کره زمین و تتانورین‌ها در خشکی‌های شمالی پراکنده شدند. هر کدام از این دو تبار در سرزمین خود به انواع رنگارنگی از جمله شکارچی‌های بزرگ و کوچک و حتی انواع گیاه‌خوار شترمرغ‌مانند، تکامل یافتند (فصل ۸ و ۳۸). درست همان‌طور که امروزه تبار پستانداران کیسه‌دار و جفت‌دار، به ترتیب در استرالیا و قاره‌های دیگر زمین پراکنده شده‌اند و هر کدام به مجموعه‌ای از حیوانات گیاه‌خوار، شکارچی، حشره‌خوار، تنبل، دوند و... تکامل یافته‌اند (فصل ۳ و ۳۴).



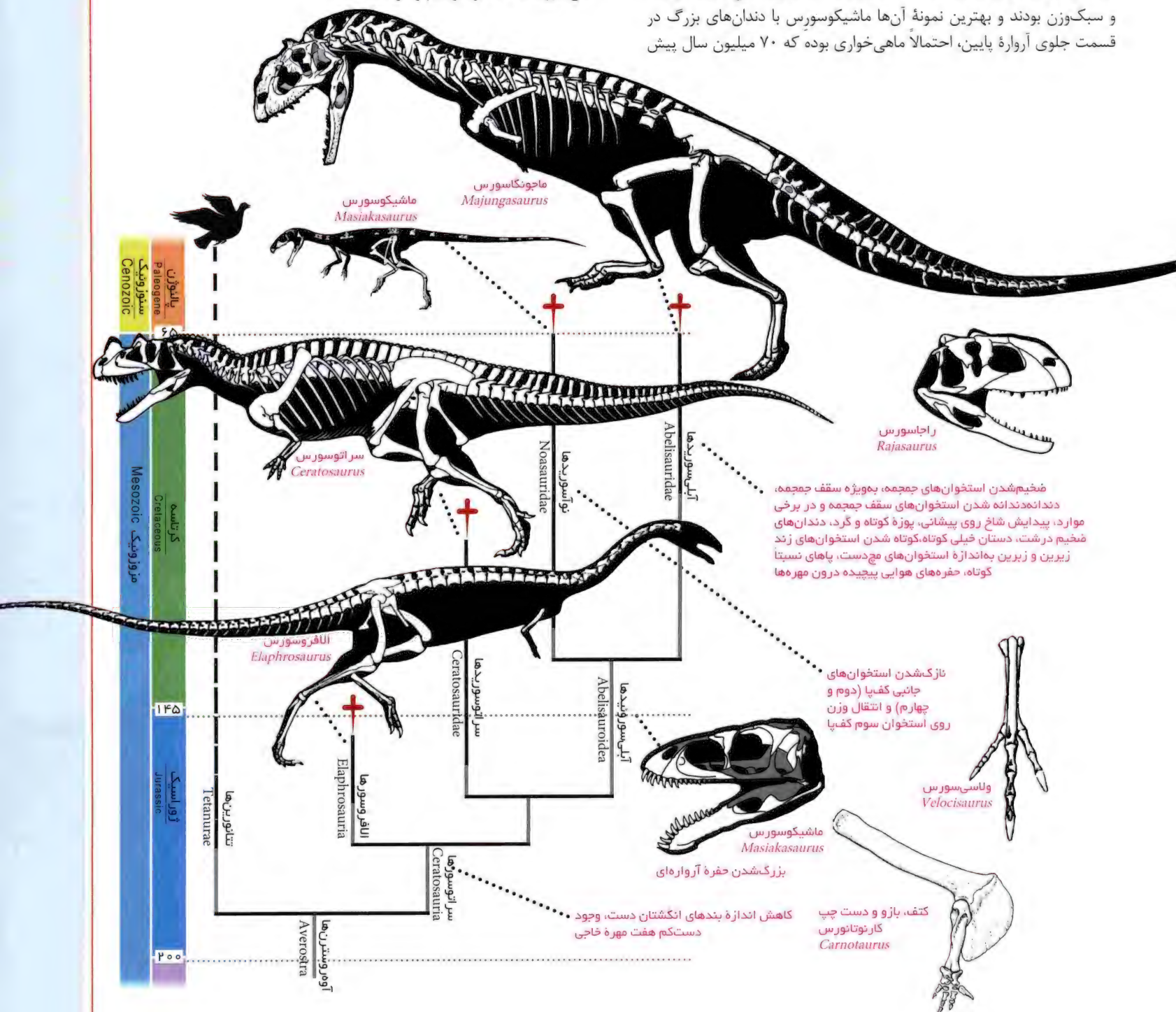
◀ اسکلت لیموسورس و نمایی از دو لیموسورس در حال بازی

شکل دست‌ها و لگن لیموسورس نشان می‌دهد که این دایناسور گیاه‌خوار پسرعموی سراتوسورهای دیگر بوده است. دست‌های لیموسورس بسیار تحلیل‌رفته بودند و تنها دو انگشت دوم و سوم، ناخن داشتند. پاهای کشیده و بلند لیموسورس یادآور شترمرغ‌ها و دیگر دایناسورهای دوند و است (فصل ۳۸، ۴۱، ۴۲ و ۴۴).

نوع و تکامل سراتوسورها در یک نگاه

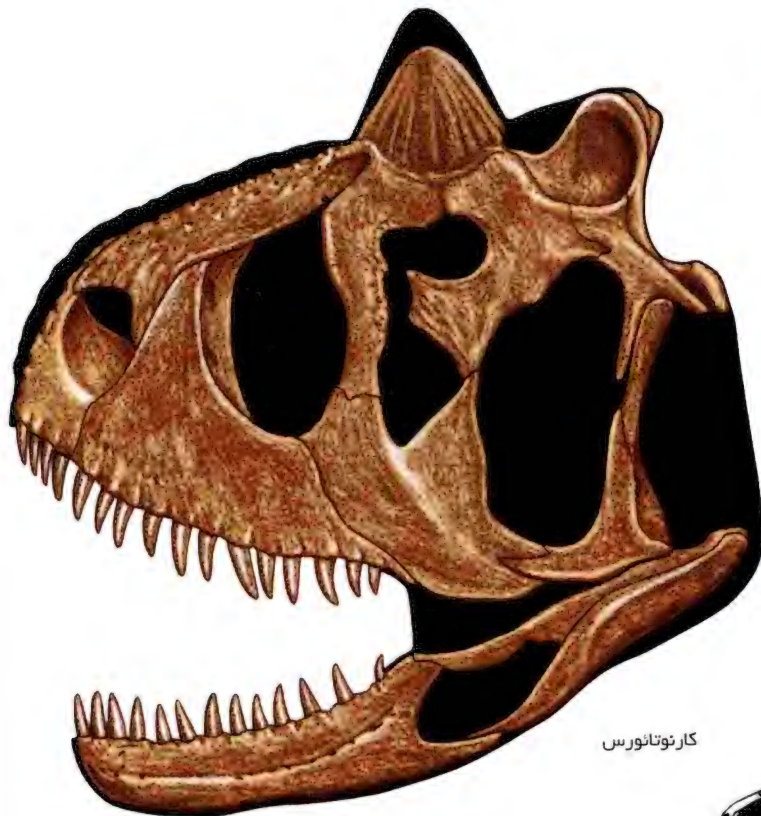
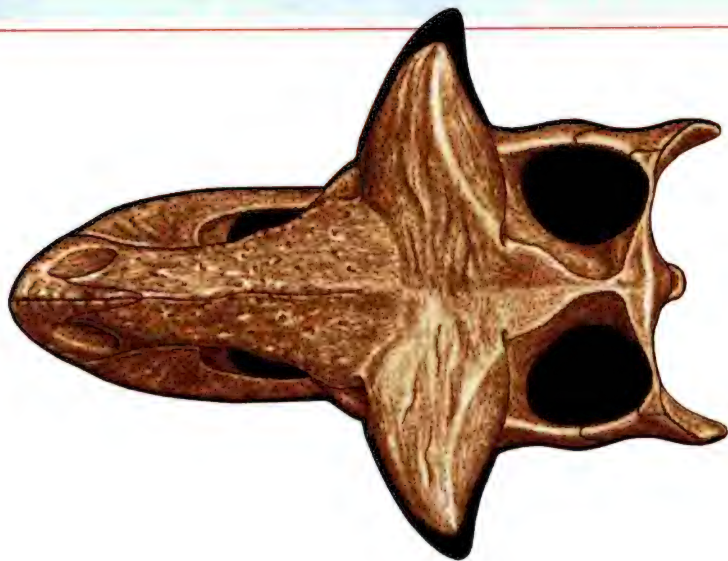
در رودهای ماداگاسکار به دنبال غذا می‌گشته است. ۲- آبی‌سوریدها^{۱۲} نیز که تنها در قاره‌های جنوبی پراکنده شدند، شکارچیان بزرگ و اصلی این سرزمین‌ها بودند. ماجونگاسورس^{۱۴} که ۹ متر طول داشت، هم‌زمان با ماشیکوسورس در ماداگاسکار می‌زیست. در ساختار جمجمه ماجونگاسورس و راجاسورس^{۱۵}، استخوان‌ها ضخیم، دندان‌دندانه و دارای زواید شاخ‌مانند بوده‌اند. دستان آبی‌سوریدها بیش از دیگر سراتوسورها تحلیل رفته بود. این کوچک‌شدن دست‌ها در کارنوتائورس، نسبت به آبی‌سوریدهای دیگر نیز مشهودتر است.

در این تصویر می‌توانید روابط خویشاوندی و مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک سراتوسورها و زیرگروه‌های این تبار را ببینید. همه تصاویر اسکلتی در یک مقیاس هستند (به جز جمجمه ماشیکوسورس^۷، دست کارنوتائورس^۸ و پای ولاسی‌سورس^۹). الافروسورها ابتدایی‌ترین انشعاب از سراتوسورها هستند. سراتوسوریدها^{۱۰} شکارچیان ۶-۷ متری و شاخ‌دار پایان ژوراسیک در آمریکای شمالی و اوایل کرتاسه در آمریکای جنوبی بودند. تبار آبی‌سوریدها^{۱۱} در اوایل کرتاسه در خشکی‌های جنوبی پیدا شد. این تبار شامل دو خانواده بود: ۱- نوآسوریدها^{۱۲} که تروپودهایی دوند، کوچک و سبک‌وزن بودند و بهترین نمونه آن‌ها ماشیکوسورس با دندان‌های بزرگ در قسمت جلوی آرواره پایین، احتمالاً ماهی‌خواری بوده که ۷۰ میلیون سال پیش



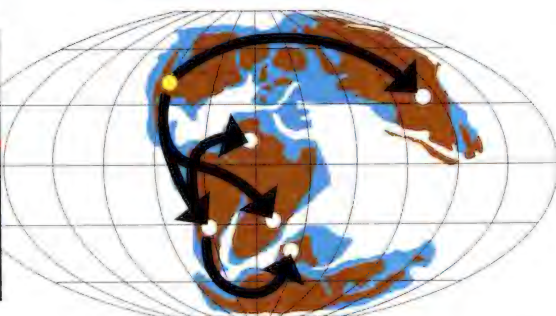
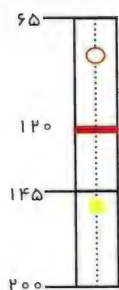
ساختر جمجمه در سر اتوسورهای شکارچی

سراتوسورس^۱ دارای شاخ بزرگی روی نوک بینی و شاخ‌های کوچک‌تری در بالای هر کدام از چشم‌ها بود. این دایناسور ۶ متری ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. کارنوتائورس و دیگر آبی‌سوریدها جمجمه‌هایی محکم‌تر با استخوان‌های ضخیم و دندان‌دندانه به‌خصوص در ناحیه سقف جمجمه (بالای بینی، پیشانی، آهیانه) داشتند. کارنوتائورس دارای شاخ‌های بزرگ شبیه شاخ گاو بود. ضخیم‌شدن جمجمه در آبی‌سورها، به‌ویژه کارنوتائورس، باعث پیشروی استخوان پشت‌چشمی به درون سوراخ چشم شده بود (← **فصل ۳۷**). کارنوتائورس ۸ متر طول داشت و ۶۰ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیست.



کارنوتائورس

سراتوسورس



پراکنش سراتوسورها



اسکلت اوکاسورس^۲

این آبی‌سورید که ۵ متر طول و ۷۰۰ کیلوگرم وزن داشت، ۸۳ تا ۷۸ میلیون سال پیش در آرژانتین می‌زیست. به شکل جمجمه، لگن و دست‌های کوچک این دایناسور توجه کنید.

دایناسور را قورت بده!

گرچه دایناسورها بزرگ‌ترین شکارچیان زمان خود بودند اما بچه‌های آن‌ها در خطر شکار شدن توسط حیوانات کوچک‌تر قرار داشتند. بعلذبوفو^۲ که نام خود را از بعل‌الذباب^۴ (شاه مگس‌ها، نام یک شیطان در اسطوره‌های سامی) گرفته است، وزغی بود که هفتاد میلیون سال پیش در باتلاق‌های ماداگاسکار می‌زیست و به خوردن بچه‌دایناسورهایی مثل ماجونگاسورس و ماشیکوسورس بیش از مگس علاقه داشت. بعلذبوفو ۴۰ سانتی‌متر طول داشت و وزنش به چهار کیلوگرم می‌رسید؛ یعنی، از بزرگ‌ترین قورباغه زنده امروزی، قورباغه گولیات که ۳۲ سانتی‌متر است، بزرگ‌تر بود. خویشاوندان نزدیک بعلذبوفو ساکن آمریکای جنوبی هستند و این نشان می‌دهد که بعلذبوفو (مثل آبله‌سورثیده‌ها) از آمریکای جنوبی به ماداگاسکار رسیده و در آنجا به شاه مگس‌ها و بچه‌دایناسورها تبدیل شده بود.



اسکلت بعلذبوفو

اسکلت بعلذبوفو با بزرگ‌ترین خویشاوند امروزی‌اش، (یک نوع وزغ از آمریکای جنوبی) مقایسه شده است. مقیاس: ۵ سانتی‌متر



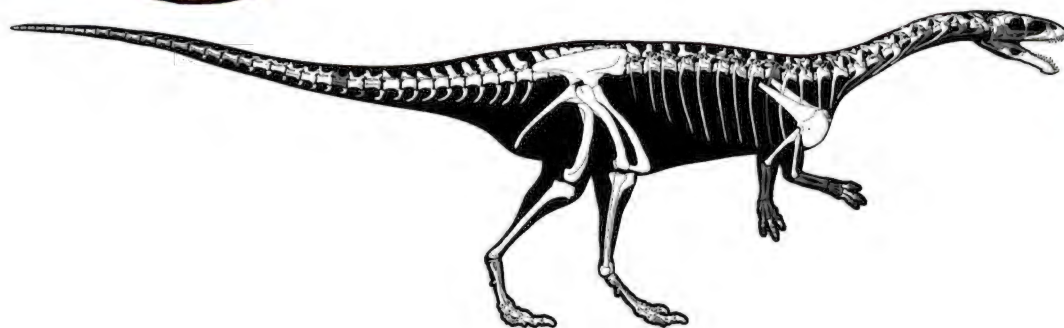
دایناسورهای هم‌نوع خوار

بررسی استخوان‌های آبله‌سورثیده‌هایی مانند ماجونگاسورس نشان می‌دهد که آن‌ها بسیار قلمروطلب بوده‌اند و کوچک‌ترین رحمی به متجاوزان به زیستگاه خود نمی‌کرده‌اند. در دایناسورهای شکارچی معمولاً ماده‌ها از نرها بزرگ‌تر بودند و گاهی هم پیش می‌آمد که نر پس از جفت‌گیری طعمه جانور ماده شود.



ماهی خور تیزدندان

ماشیکوسورس، دندان‌هایی بسیار عجیب و ترسناک داشت. احتمالاً این دندان‌های غیرمعمول برای گرفتن ماهی از آب‌های گل‌آلود مردابی به کار این داینوسور می‌آمده است. ۷۰ میلیون سال پیش، یعنی در زمان زندگی ماشیکوسورس، ماداگاسکار به هند متصل بود. بنابراین، ممکن است این دایناسور در رودهای خروشان سرزمین وسیع هند نیز به ماهی گرفتن پرداخته باشد.



پراکنش دایناسورها

اروپا نیز کشف شده است). از میان آبلای سورئیدها، خانواده آبلای سوریده شکارچیان موفق‌تری بوده‌اند، یا دست‌کم سنگواره‌های بیشتری از آن‌ها به‌دست آمده اما از نوآسوریدها (به‌جز ماشیکوسورس) تاکنون نمونه‌های کاملی به‌دست نیامده است. اگر درخت تکاملی آبلای سوریدها را رسم کنیم و آن را با پراکنش سنگواره‌های آبلای سوریدهای مختلف روی نقشه زمین در کرتاسه بالایی تطبیق دهیم، می‌توانیم به راحتی مسیر تکامل و پراکندگی آن‌ها را که از قاره آمریکای جنوبی شروع شده و به سرزمین‌هایی چون هند، ماداگاسکار و آفریقا ختم شده است، دنبال کنیم. به این ترتیب، حضور آن‌ها در اروپا نیز توجیه می‌شود. درست در زمانی که آبلای سوریدها در خشکی‌های جنوبی پراکنده شده بودند، تیرانوسورها نیز در آمریکای شمالی و آسیا جولان می‌دادند. بعید نیست که آبلای سوریدها از طریق اروپا به سمت آسیا نیز رفته باشند اما در نخستین برخورد با تیرانوسورها طعم شکست را چشیده باشند. در مقابل، تیرانوسورها نیز به سرزمین‌های جنوبی وارد نشده‌اند؛ زیرا در آنجا آبلای سوریدها بومی بوده و شرایط مناسب‌تری برای زندگی داشته‌اند. اگر هم تیرانوسوری توانسته باشد تا استرالیا پیش‌برود، بی‌گمان این امر نشان‌دهنده برتری کلی تتانورین‌ها نسبت به سراتوسورها خواهد بود.

پراکنش و تکامل آبلای سوریدها

آبلای سوریدها از آمریکای جنوبی به سمت آفریقا و نیز هند و ماداگاسکار پراکنده شدند. در این میان آن‌ها می‌بایست از قطب جنوب نیز گذشته باشند؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت که در آینده سنگواره‌هایی از آن‌ها در قطب جنوب کشف شود. این نقشه وضع کره زمین را در ۹۷ میلیون سال پیش نشان می‌دهد. کشف روگوپس در آفریقا نشان داد که پل خشکی میان آفریقا و آمریکای جنوبی دیرتر از آنچه قبلاً تصور می‌شد، از میان رفته است.

بیشتر مردم تصور می‌کنند که همه دایناسورها هم‌زمان با هم و در کنار هم زندگی می‌کرده‌اند اما حقیقت این نیست. در واقع، برای اغلب دایناسورها امکان‌پذیر نبوده است که در سراسر کره زمین پراکنده شوند؛ به‌ویژه دایناسورهایی که در دوره کرتاسه تکامل یافتند؛ زیرا در آن زمان قاره‌ها از هم جدا شده بودند و حتی دریاچه‌ای وسیع در میانه قاره‌هایی مثل آفریقا و آمریکای شمالی وجود داشتند که هرکدام از آن‌ها را به دو سرزمین متفاوت تقسیم می‌کردند. یکی از بهترین نمونه‌های پراکندگی دایناسورهای کرتاسه، تفاوت زیاد فون دایناسورهای آسیا و غرب آمریکای شمالی با فون دایناسورهای جنوبی (آفریقا، آمریکای جنوبی، قطب جنوب، استرالیا، هند و ماداگاسکار) است (فصل ۳). دایناسورهای شاخ‌دار (فصل ۲۰ و ۲۱)، نوک‌اردکی‌ها (فصل ۱۷)، تیرانوسورها (فصل ۳۷) و بسیاری از تروپودها و دایناسورهای دیگر مخصوص آسیا و غرب آمریکای شمالی بودند. یکی از موارد جالب راهیابی استثنایی برخی از آن‌ها به جاهایی است که انتظار یافته‌شدنشان نمی‌رود؛ مثلاً نمونه‌هایی از نوک‌اردکی‌ها را در آمریکای جنوبی پیدا کرده‌اند یا استخوان‌هایی بسیار شبیه تیرانوسورها در استرالیا کشف شده است. بنابراین، احتمال دارد که پل‌های خشکی (از نواحی‌ای مثل اروپا، ایران و یامیر) در دوره‌های محدودی به دایناسورها کمک کرده باشند که میان قاره‌های شمالی و جنوبی جابه‌جا شوند. یکی از موارد جالب دیگر خانواده‌هایی از تتانورین‌ها با خویشاوندی بسیار نزدیک به پرندگان هستند که مدت‌ها تصور می‌شد که فقط در خشکی‌های شمالی زندگی می‌کرده‌اند اما نمونه‌هایی متعدد و انکارنشدنی از آن‌ها در خشکی‌های جنوبی به‌دست آمده است. احتمالاً این دایناسورها، که خویشاوندان نزدیک پرندگان نیز بوده‌اند، از نیاکانی با قدرت محدود پرواز تکامل یافته‌اند و در پایان ژوراسیک و اوایل کرتاسه بسیار راحت‌تر از دیگر تروپودها توانسته‌اند به جنوب برسند (فصل ۴۱ و ۴۵). برخی از تبارهای جنوبی (مثل تایتانوسورها: فصل ۲۸) نیز پس از انقراض هم‌تاهای شمالی خود (یعنی دیپلودوکوئیدها: فصل ۲۶) توانستند به سمت شمال بروند و در اواخر دوره کرتاسه در آسیا جای‌گزین شوند. بنابراین، ممکن است یکی از دلایل دیگری محدودیت جغرافیایی دایناسورها، رقابت میان آن‌ها باشد. درحقیقت، تتانورین‌هایی که به خشکی‌های جنوبی راه پیدا کردند، تقریباً رقیبی جدی در میان سراتوسورها و دیگر شکارچیان جنوبی نداشتند. سراتوسورها، به‌ویژه تبار آبلای سورئیدها تنها از خشکی‌های جنوبی شناسایی شده‌اند (هرچند نمونه‌های مشکوکی از آن‌ها در



تتانورین‌ها^۱ رقیبان سرآتوسورها بودند. درست مثل آن‌ها مجموعه‌ای از شکارچیان بزرگ، کوچک و حتی دایناسورهای گیاه‌خوار در میان تتانورین‌ها تکامل یافتند اما احتمالاً به خاطر برخی برتری‌های ساختاری، تتانورین‌ها تنوع بیشتری یافتند و در شرایط یکسان از رقیبان سرآتوسور خود پیشی گرفتند. برای مثال، دست‌های تتانورین‌ها بزرگ‌تر بودند و آن‌ها در شکار از همین دست‌های بزرگ استفاده می‌کردند. دم تتانورین‌ها ویژگی جالبی داشته که نشان‌دهنده توانایی آن‌ها در دویدن است. مهره‌های دم این تروپودها کمابیش در نیمه انتهایی طوری به هم متصل بوده که دم را به ترکه‌ای محکم تبدیل می‌کرده است. مهم‌ترین مورد استفاده چنین دمی، کمک به تغییر جهت در هنگام دویدن با سرعت زیاد است: تتانورین‌ها دوندهایی بودند که از دم خود به عنوان سکان بدنشان استفاده می‌کردند.

تکامل و رده‌بندی تتانورین‌ها

تتانورین‌ها به سه تبار اصلی تقسیم می‌شوند: مگالوسورویدها^۲، کارنوسورها^۳ و سیلوروسورها^۴. کارنوسورها و سیلوروسورها شباهت بیشتری به هم داشته‌اند و در کنار هم به نام آوه‌تروپودها^۵ شناخته می‌شوند. اغلب تتانورین‌ها دستان سه‌انگشتی

داشته‌اند اما در برخی مگالوسورویدها اثرهایی از انگشت چهارم نیز دیده می‌شود؛ گرچه آن‌ها نیز تنها سه انگشت ناخن‌دار در دستان خود داشته‌اند. کارنوسورها (← **فصل ۲۵**) شکارچیان اصلی کرتاسه پایینی در خشکی‌های شمالی بودند و در کرتاسه بالایی نیز در خشکی‌های جنوبی کره زمین به رقابت با سرآتوسورها پرداختند و به‌نظر می‌رسد که بر آن‌ها چیره شده بوده‌اند. سیلوروسورها (← **فصل ۳۶**) دایناسورهای کوچکی بودند که معمولاً به‌طور گروهی شکار می‌کردند؛ گرچه چندین گروه بزرگ از سیلوروسورها به دایناسورهای گیاه‌خوار تبدیل شدند. به‌علاوه، گروهی از سیلوروسورهای غول‌پیکر در کرتاسه بالایی توانستند به شاه گوشت‌خواران آسیا و آمریکای شمالی تبدیل شوند (← **فصل ۳۷**). سرانجام، گروهی از سیلوروسورها نیز توانایی پریدن از میان شاخه‌های درختان را گسترش دادند و توانستند تا همین امروز زنده بمانند. مگالوسورویدهای ابتدایی شامل حیواناتی چون مارشوسورهای^۶ ۵-۶ متری بودند که طی مدت کوتاهی در آمریکای شمالی و جنوبی و آسیا پراکنده شدند اما خیلی زود عرصه را به پسرعموهای بزرگ‌تر خود واگذار کردند. مونولوفوسورس^۷ مهم‌ترین شکارچی غول‌پیکر آسیا در اواخر ژوراسیک بود. در همان زمان، خانواده مگالوسورویدها^۸ در اروپا، آمریکای شمالی و آفریقا گسترش یافتند. اغلب آن‌ها نیز ۷ تا ۱۰ متر طول داشتند؛ گرچه برخی مثل توروسورس^۹ به ۱۲ متر هم رسیدند. توروسورس در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. مگالوسورویدها اغلب دارای مجموعه‌های کشیده بودند و دست‌های پر قدرتی داشتند. به‌ویژه خانواده مگالوسورویدها (مثل توروسورس) و اسپاینوسوریدها^{۱۰} (← **فصل ۳۴**) ناخن‌های تیزی روی انگشت شست خود داشتند که نشان می‌دهد آن‌ها از دستانشان به‌خوبی برای شکار استفاده می‌کرده‌اند. سرهای کشیده و دراز مگالوسورویدها به‌ویژه در خانواده اسپاینوسوریدها به سری بسیار کشیده و تمساح‌مانند تکامل یافت.

کاکلی تیز جنگال

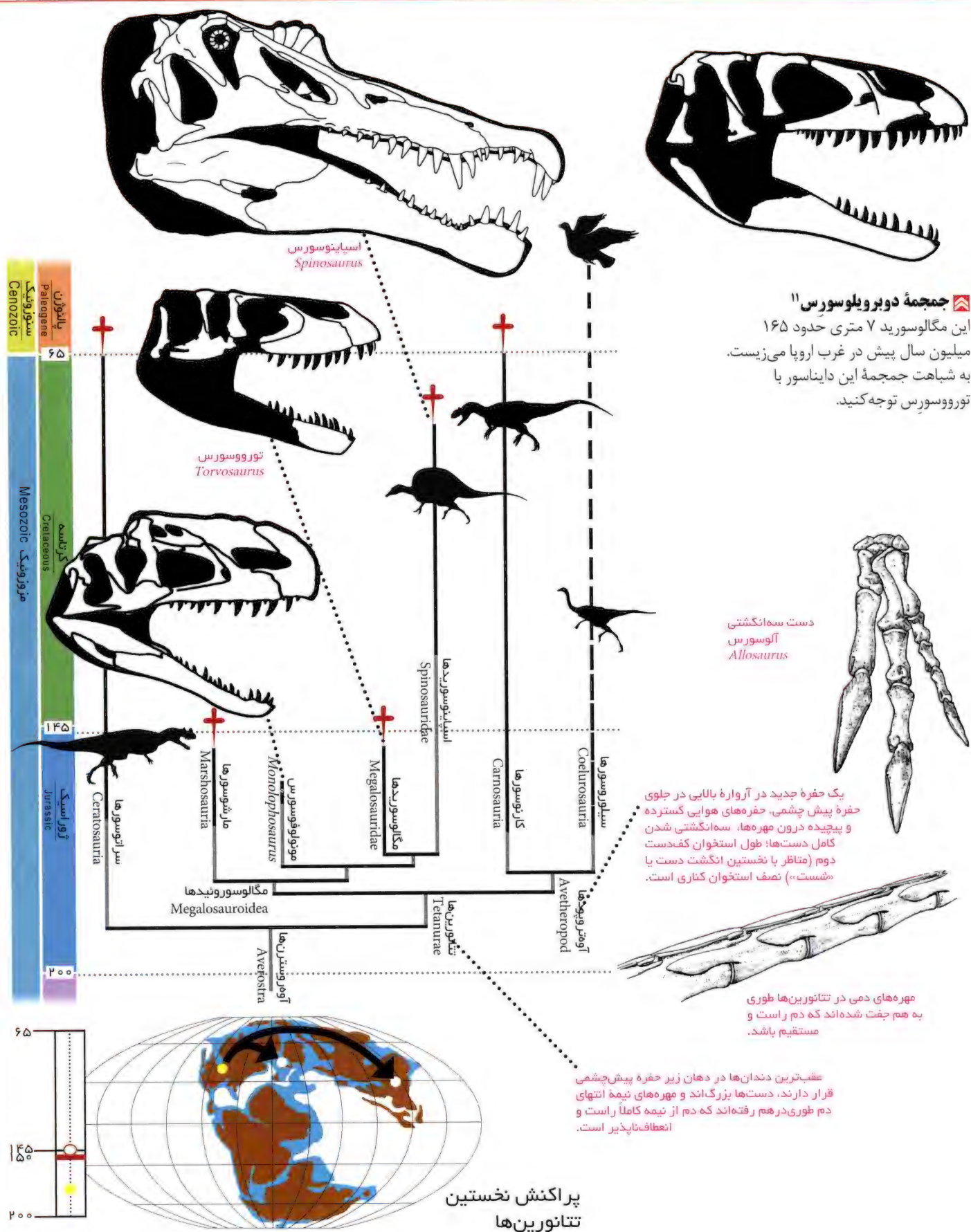
مونولوفوسورس یک مگالوسورویده بود که ۱۶۵ میلیون سال پیش در آسیا زندگی می‌کرد. این دایناسور ۵ متری در آن زمان مهم‌ترین شکارچی آسیا محسوب می‌شد، درست مثل بسیاری از تروپودهای ابتدایی دیگر، مونولوفوسورس روی سرش کاکلی استخوانی داشت که قیافه‌اش را وحشتناک‌تر می‌کرد (← **فصل ۳۰**، ۳۱، ۳۲، ۳۵ و ۳۷).



اسکلت یک مگالوسورید

توروسورس در حدود ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست. این شکارچی ۱۲ متر طول داشت و وزنش حدود ۲ تن بود. به پنجه بزرگ انگشت شست دست این دایناسور، شکل لگن و مجموعه درازش دقت کنید.

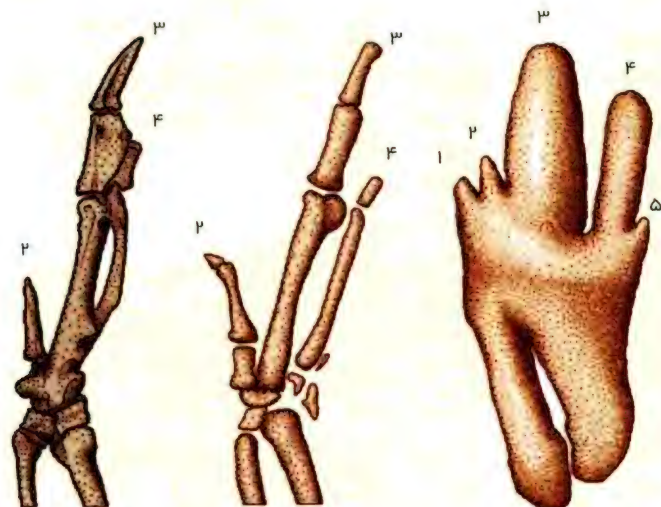




- 1- Tetanurae 2- Megalosauroidae 3- Carnosauria 4- Coelurosauria 5- Avetheropoda 6- Marshosaur 7- *Monolophosaurus* 8- Megalosauridae
9- *Torvosaurus* 10- Spinosauridae 10- *Dubreuillosaurus*

📌 شواهد رویان‌شناسی

در رویان‌شناسی، اصلی وجود دارد که می‌گوید هر فرایندی که در تکامل نیاکان یک موجود زنده رخ داده باشد، در تکوین رویانی‌اش هم دیده خواهد شد. دلیل شباهت رویان‌های مهره‌داران به یکدیگر، همین است (← فصل ۴). پس اگر به تکوین بال در رویان پرنده‌ها دقت کنیم، می‌توانیم متوجه شویم که طی تکامل تروپودها، دقیقاً کدام انگشتان حذف شده‌اند. دانشمندان زیادی این کار را کردند یا با دست‌کاری ژن‌های مختلف شکل‌دهنده انگشتان به این نتیجه رسیدند که رویان پرندگان در آغاز دست‌هایی پنج‌انگشتی دارد. سپس، انگشتان رویانی نخست و پنجم حذف می‌شوند؛ بنابراین، در پرندگان انگشتان ۲ و ۳ و ۴ هستند که کامل می‌شوند.



دست سه‌انگشتی
یک پرنده پس
از تولد

دست سه‌انگشتی
جنبین یک پرنده
مدتی پیش از تولد

دست پنج‌انگشتی
جنبین یک پرنده

📌 مقاطع عرضی استخوان‌های کف دست



دایلووفوسورس



آلوسورس



داینونیکوس

پرونده‌ای برای انگشتان گم‌شده دایناسورها!

یکی از بزرگ‌ترین معماهای تکامل پرندگان، مربوط به انگشتان «دست» پرندگان است. بال یک پرنده جوان پیش از جوش خوردن استخوان‌ها به هم، درست مثل دست یک تروپود شکارچی سه‌انگشتی ۱۳۰ میلیون ساله به نظر می‌رسد. در فصل‌های آینده خواهیم دید که تکامل پرندگان چگونه پله‌پله از همین تروپودهای درنده شروع شده است. اگر به ساختمان دست تروپودهایی که تاکنون با آن‌ها آشنا شده‌اید دقت کنید، خواهید دید که چگونه دست‌های پنج‌انگشتی دایناسورهای ابتدایی تکامل یافتند و به تدریج چهار انگشتی شدند. در همین فصل نیز می‌بینیم که در آوه‌تروپودها با حذف کامل دو تا از انگشتان دست، تروپودهای سه‌انگشتی ظاهر شده‌اند. انگشت‌های اضافی کوچک نه‌تنها به درد شکار چپان تیزچنگال نمی‌خورده‌اند بلکه هنگام چنگ‌زدن به شکار نیز احتمالاً مزاحم انگشت‌های بزرگ و اصلی می‌شده‌اند. پس این انگشت‌ها در تکامل تروپودها به تدریج حذف شده‌اند. سؤال مهمی که باقی می‌ماند این است که دقیقاً کدام انگشت‌ها از دست پنج انگشتی دایناسورهای اولیه حذف شدند و کدام‌ها باقی ماندند.

📌 شواهد سنگواره‌ای

وقتی به سراغ سنگواره‌های تروپودهای چهار انگشتی می‌رویم، با نکته‌ی عجیبی روبه‌رو می‌شویم: ساختمان دست این دایناسورها نشان می‌دهد که انگشتان چهارم و پنجم در حال کوچک شدن‌اند. قطعاً نیاکان آوه‌تروپودهای سه‌انگشتی، از تروپودهایی چهارانگشتی با ساختمان دست شبیه به همین دایناسورها تکامل یافته‌اند. اگر این‌طور باشد، باید گفت که طی تکامل آوه‌تروپودها انگشتان چهارم و پنجم بودند که کوچک شدند و انگشتان نخست، دوم و سوم باقی ماندند. برای مثال، دست دایلووفوسورس (← فصل ۳۱) در اینجا با دست آلوسورس (← فصل ۳۵) و داینونیکوس (← فصل ۴۵) مقایسه شده است. در دایلووفوسورس، انگشت نخست (شست) دارای استخوان کف‌دست کوتاهی است و روبه‌روی انگشتان دیگر قرار دارد. انگشتان ۵ و ۴ نیز کوچک شده‌اند؛ به‌طوری که از انگشت پنجم تنها قسمت کوچکی از استخوان کف‌دست به‌جا مانده که در مقطع عرضی استخوان‌های کف‌دست قابل مشاهده است؛ بنابراین، انگشتان دست تتانورین‌ها نیز انگشتان ۱ و ۲ و ۳ هستند.

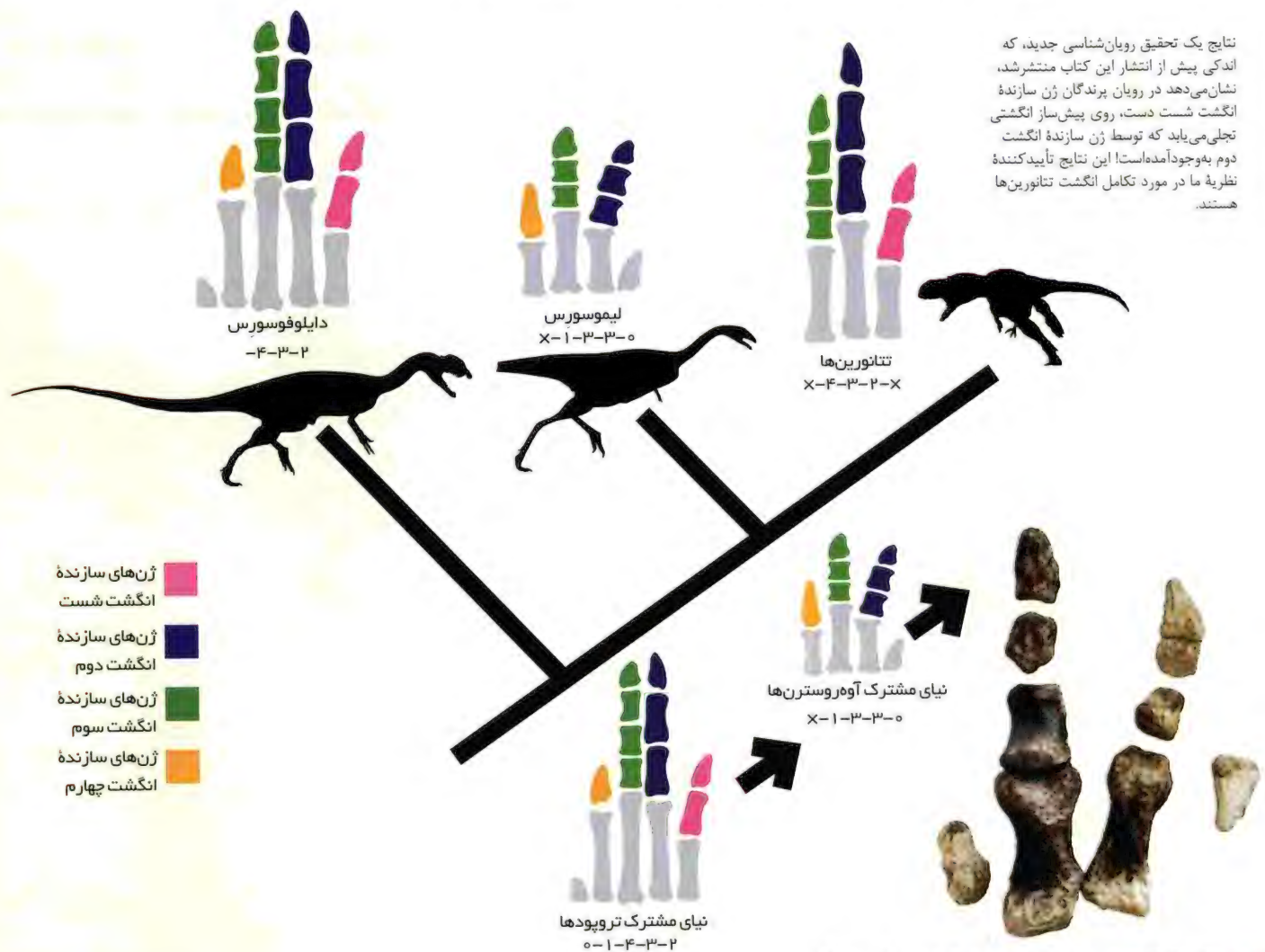
سیر کاهش تعداد انگشتان دست در گروه‌های اصلی نیوتروپودها، این نظریه را القا می‌کند که انگشتان چهارم و پنجم هستند که از دستان تتانورین‌ها (مشمول بر پرنده‌ها) حذف شده‌اند؛ اشکال این‌جاست که این نظریه با شواهد رویان‌شناسی کاملاً در تناقض است.

تناقض حل می‌شود!

تتانورین‌ها شباهت زیادی به سراتوسورها داشته است و البته ابتدایی‌ترین گروه از سراتوسورها، افرسورها، می‌توانستند ساختار دست لیموسورس برخلاف دایلوپوسورس نشان‌دهنده کوچک شدن انگشت نخست و چهارم دست است و در آن اثری از انگشت پنجم نیز دیده نمی‌شود. در عوض، انگشت دوم دست، ظاهری کمابیش شبیه به انگشت شست در تتانورین‌ها پیدا کرده است. بنابراین، تصور ما از تکامل انگشتان دست در تتانورین‌ها نسبت به گذشته تغییر کرده است. البته این نظریه جدید با شواهد رویان‌شناسی تکوین انگشتان دست در پرندگان امروزی تناقض ندارد.

پیش‌تر در مورد لیموسورس و اهمیت این سراتوسور گیاه‌خوار در درک ما از تکامل و تنوع تروپودها صحبت کردیم (فصل ۳۲) اما در مورد یکی از مهم‌ترین معماهایی که با کشف این دایناسور حل شد، حرفی نزدیم. همان‌طور که اشاره شده است، دستان سراتوسور، کوچک و چهار انگشتی بودند و برای مثال، لیموسورس تنها دو انگشت بزرگ و ناخن‌دار در دستانش داشت. همین نکته کلید معمای تکامل انگشتان دست در تتانورین‌ها شد؛ چطور؟

ما پیش از این دست تتانورین‌ها را با حیواناتی مثل دایلوپوسورس مقایسه می‌کردیم اما نزدیک‌ترین خویشاوندان تتانورین‌ها، سراتوسورها بوده‌اند. بنابراین، نیای مشترک



دستان تتانورین‌ها چگونه سه انگشتی شدند؟

انگشت هستند که در جانوران دیگر انگشت‌های نخست و دوم و سوم را رمز می‌کنند. به عبارت دیگر، اگرچه پرندگان انگشت نخست خود را از دست داده‌اند، در حقیقت ژن‌های سازنده انگشت شست باعث تبدیل شدن انگشت شماره ۲ به «شست» می‌شوند. این روی داد مهم تکاملی باید حدود ۱۸۰-۱۵۰ میلیون سال پیش در زمان پیدایش نخستین تتانورین‌های سه انگشتی رخ داده باشد. در تصویر بالا ژن‌های رمزکننده ساختار هر کدام از انگشت‌ها با رنگ و فرمول انگشتان با اعداد مشخص شده‌اند. عدد صفر به معنای وجود استخوان کف دست بدون بندهای انگشت، و × به معنای حذف کامل آن انگشت و استخوان کف دست است.

نخستین تروپودها دستانی پنج انگشتی داشتند. انگشت چهارم و پنجم از همه کوچک‌تر بودند. پس از جداس شدن تبار دایلوپوسورها، نیای مشترک آوه‌روسترین‌ها صاحب انگشتانی کوتاه شد. انگشت پنجم کاملاً حذف شد و انگشت نخست بندهایش را از دست داد. همین وضع در سراتوسورهای مثل لیموسورس دیده می‌شود. در تتانورین‌ها انگشت نخست نیز حذف شد و انگشت دوم، همان نقشی را که در تروپودهای پیشین به عهده انگشت نخست بود، پذیرفت: انگشت دوم به «شست» تبدیل شد. بسیاری از رویان‌شناسان معتقدند که اگرچه پرندگان (و تتانورین‌های دیگر) انگشتان ۲ و ۳ و ۴ را دارند، اما همان ژن‌هایی مسئول ریخت‌شناسی این سه



اسپاینوسوریدها خرس‌هایی با سر تمساح

اسپاینوسوریدها^۱ یکی از عجیب‌ترین خانواده‌های تروپودها بودند. معمولاً در هر زمان و مکان، تنها یک نوع شکارچی بزرگ وجود دارد که به دیگری اجازه بقا نمی‌دهد، اما اسپاینوسوریدها در کنار شکارچیان بزرگی مثل سراتوسورها^۲ (← **فصل ۳۲**) و کارنوسورها^۳ (← **فصل ۳۵**) زندگی می‌کرده‌اند؛ بنابراین احتمالاً نوع شکار مورد علاقه آن‌ها با تروپودهای غول‌پیکر دیگر متفاوت بوده است. سرهای تمساح‌مانند اسپاینوسوریدها نیز گویای این واقعیت است که آن‌ها بیشتر درون آب می‌زیسته‌اند و از ماهی‌های بزرگ و دایناسورهایی که برای آب‌خوردن به کنار آب‌ها می‌آمدند، تغذیه می‌کرده‌اند.

تکامل اسپاینوسوریدها

اسپاینوسورها گروهی از مگالوسوروئیدهای غول‌پیکر بودند که در اوایل کرتاسه در اروپا ظاهر شدند. برایونیکس^۴ تروپودی ۸ تا ۱۰ متری با وزن ۱/۲ تن بود که حدود ۱۳۰ میلیون سال پیش در مرداب‌ها و آبرفت‌های ساحلی به شکار می‌پرداخت. این دایناسور با داشتن پوزه تمساح‌مانند و ناخن‌های بزرگ در دست‌هایش، همچون

هیولایی دوپایان خرس و تمساح بود؛ زیرا مثل خرس به کمک دستانش می‌توانست ماهی‌های بزرگ در حال شنا را در آب‌های کم‌عمق بگیرد و مثل تمساح پوزه‌ای دراز با دندان‌های مخروطی برای گرفتن ماهی در آب‌های عمیق‌تر داشت. موفقیت این دایناسورها در این کنام بوم‌شناختی به حدی بود که به سرعت در آفریقا و آمریکای جنوبی نیز پراکنده شدند و احتمالاً پای آن‌ها به آسیا نیز رسید. سوکومایموس^۵ که ۱۲۰ میلیون سال پیش در شمال آفریقا می‌زیست، با ۱۲ متر طول و ۲/۵ تن وزن، حتی از برایونیکس هم بزرگ‌تر بود و اسپاینوسورس^۶ که ۱۰۰ میلیون سال پیش در شمال آفریقا و احتمالاً اروپا زندگی می‌کرد، با ۱۶-۱۴ متر طول و حدود ۱۰ تن وزن احتمالاً بزرگ‌ترین دایناسور شکارچی بوده است. ایری‌تیتور^۷، خویشاوند کوچک‌تر اسپاینوسورس، ۸ متر طول و یک تن وزن داشت و ۱۱۰ میلیون سال پیش در آرژانتین می‌زیست. دندان‌های مخروطی شکل اسپاینوسوریدها در آسیا نیز به‌دست آمده و ممکن است در آینده سنگواره‌های بیشتری از آن‌ها در مناطق دیگر زمین کشف شود. نکته جالب در مورد این دایناسورهای شکارچی، هم‌زمانی و هم‌مکانی آن‌ها با برخی از تروپودهای غول‌پیکر دیگر است. معمولاً دایناسورهای گوشت‌خوار بزرگ در یک منطقه یکدیگر را تحمل نمی‌کردند. بنابراین، شیوه زندگی و نوع شکار اسپاینوسوریدها آن‌قدر با دیگر تروپودهای بزرگ متفاوت بوده است که می‌توانست‌اند در قلمرو شکارچی‌های بزرگ دیگر زندگی کنند. احتمالاً رقیب اصلی آن‌ها کروکودیل‌های غول‌پیکر بوده‌اند (← **فصل ۸**).

بررسی ایزوتوپ‌های مواد درون استخوان‌های اسپاینوسوریدها، به‌خصوص ایزوتوپ‌های اکسیژن، نشان می‌دهد که آن‌ها بیشتر وقت خود را درون آب می‌گذرانده‌اند و از شکارهای آبی در کنار شکارهایی که برای آب‌خوردن به لب آب می‌آمده‌اند، تغذیه می‌کرده‌اند.



⬆️ وقتی سنگواره مجسمه ایری‌تیتور کشف شد، به‌دست گروهی از افراد ناوارد افتاد و آن‌ها این سنگواره را حسابی از ریخت انداختند، سپس تصور کردند که با مجسمه یک تروسور (← **فصل ۹**) روبه‌رو هستند!



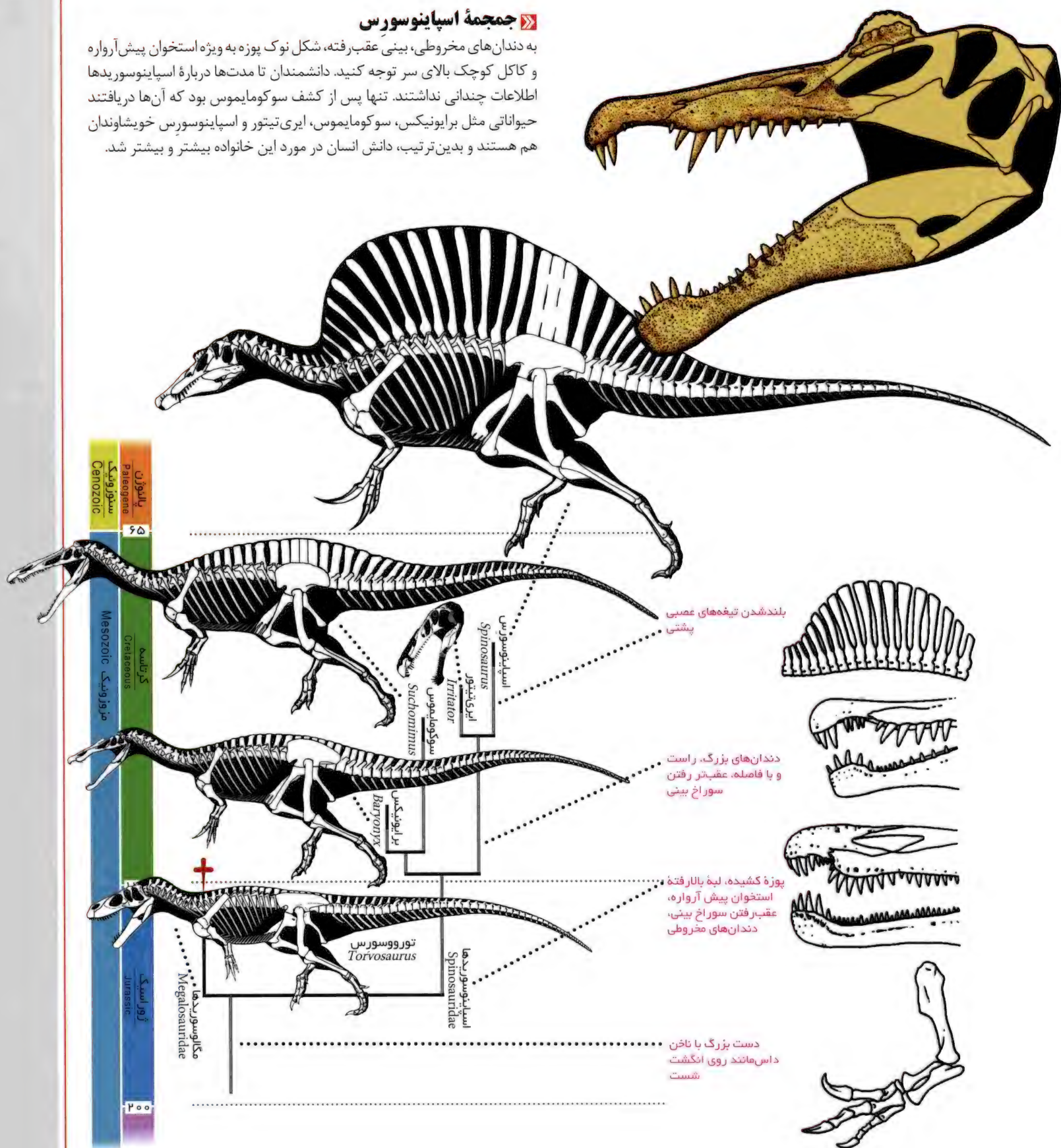
⬆️ شکارچی تروسور

پیدا شدن دندان‌های یک ایری‌تیتور در کنار استخوان‌های یک تروسور نشان می‌دهد که آن‌ها به خوردن هر حیوانی که به دستشان می‌رسیده است، از جمله تروسورها، علاقه نشان می‌داده‌اند.



جمعۀ اسپاینوسورس

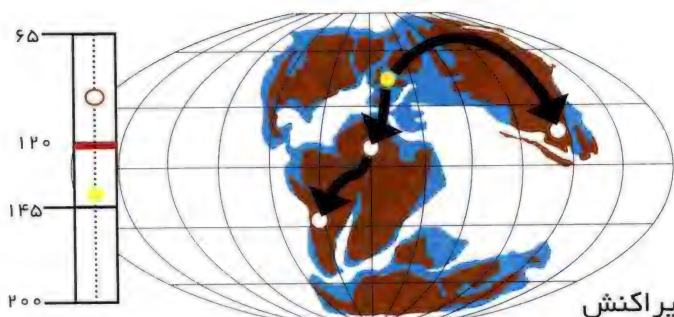
به دندان‌های مخروطی، بینی عقب‌رفته، شکل نوک پوزه به ویژه استخوان پیش‌آرواره و کاکل کوچک بالای سر توجه کنید. دانشمندان تا مدت‌ها درباره اسپاینوسوریدها اطلاعات چندانی نداشتند. تنها پس از کشف سوکومایموس بود که آن‌ها دریافتند حیواناتی مثل برایونیکس، سوکومایموس، ایری‌تیتور و اسپاینوسورس خویشاوندان هم هستند و بدین ترتیب، دانش انسان در مورد این خانواده بیشتر و بیشتر شد.





بزرگ‌ترین شکارچی روی زمین

اسپاینوسورس بزرگ‌ترین دایناسور شکارچی در همه دوران‌ها بوده است؛ یعنی، حتی از تیرانوسورس^۱ هم بزرگ‌تر! در تصویر زیر، اسپاینوسورس در حالی که یکی از کوچک‌ترین تروپودهای آن زمان (یک پرنده) روی نوک بینی‌اش نشسته است، دیده می‌شود. برای مقایسه اندازه اسپاینوسورس با بزرگ‌ترین دایناسورها و پستانداران شکارچی، سایه‌هایی از اسپاینوسورس، جیگانتوتوسورس^۲ (بزرگ‌ترین کارنوسور: **فصل ۳۵**)، تیرانوسورس (بزرگ‌ترین سیلوروسور: **فصل ۳۷**)، کارنوتائورس^۳ (بزرگ‌ترین سراتوسور: **فصل ۳۲**) و نیز آندریوسارکوس^۴ (بزرگ‌ترین پستاندار شکارچی، از راسته زوج‌سمان) و ببر سیبری در مقیاسی واحد، در تصویر بالا ترسیم شده‌اند.



پراکنش
اسپاینوسورها



تکامل هم‌گرا چیست؟

در پستانداران کیسه‌دار استرالیا و پستانداران بقیه قاره‌ها وجود دارد و دیده شده است که دو موجود بسیار متفاوت، به‌خاطر شباهت شرایط زندگی به موجوداتی فوق‌العاده شبیه به هم تکامل یافته‌اند. بهترین نمونه آن‌ها «گرگ تاسمانی» است. گرگ تاسمانی از تبار کیسه‌داران بود و خویشاوند نزدیک حیواناتی مثل کانگورو محسوب می‌شد اما ظاهرش بی‌کم‌وکاست به سگ‌ها شبیه بود. متأسفانه آخرین گرگ تاسمانی در دهه ۳۰ قرن بیستم کشته شد.

شباهت جمجمه اسپینوسورها و تمساح‌ها، شباهت کرگدن و سراتوپسیدها (فصل ۲۱)، شباهت تروپودهای گیاه‌خوار و سوروپودومورف‌های ابتدایی (فصل ۲۲، ۲۴، ۳۲، ۳۸، ۴۰، ۴۲، ۴۷)، شباهت جمجمه تایتانوسورها و دیپلودوکوئیدها (فصل ۲۶ و ۲۸)، شباهت زره بدن استیگوسورها و آگوستینیا (فصل ۱۳ و ۲۸) و بی‌شمار مثال‌های دیگر، نمونه‌های بسیار جالبی از تکامل هم‌گرا در میان دایناسورها هستند.

در این کتاب با موجوداتی روبه‌رو می‌شوید که درست مثل اسپینوسوریدها تیغه‌های عصبی بلندی داشته‌اند (فصل ۷، ۸، ۱۶ و ۲۶). برخی از آن‌ها احتمالاً خون سرد (فصل ۷ و ۸) و دایناسورها احتمالاً خون گرم بوده‌اند (فصل ۳۵). در همه آن‌ها این تیغه‌های عصبی نقش تبادل گرمایی داشته‌اند. البته در نمونه‌های خون سرد، وظیفه آن‌ها احتمالاً گرفتن گرما از تابش خورشید بوده و در نمونه‌های خون گرم، یعنی دایناسورها، تخلیه گرمای اضافی بدن را به‌عهده داشته‌اند؛ زیرا یکی از مشکلات اصلی حیوانات غول‌پیکر، افزایش نسبت حجم به سطح بدن، و در نتیجه افزایش نسبت گرمای تولیدشده به گرمای دفع شده است (فصل ۲۸). فرضیه دیگری که در مورد دلیل بلندشدن تیغه‌های عصبی این موجودات وجود دارد، مربوط به رفتارهای انتخاب جفت است (فصل ۲۱). به‌رحال به‌دلیل شرایط و نیازهای مشابه، همه این جانوران ساختاری مشابه پیدا کرده‌اند. تکامل جانورانی از تبارهای مختلف با ساختارها و ظاهر مشابه، آن‌هم به‌خاطر شباهت نیازهای آن‌ها، رخدادی بسیار پربسامد در تاریخ حیات است. مثال‌های بسیار آشنایی از این مورد



گرگ تاسمانی



تکامل هم‌گرا میان کوسه‌ماهی، دلفین و ایکتیوسور

تکامل هم‌گرا ممکن است در دو موجودی که هم‌زمان در دو منطقه مشابه ولی دوردست زندگی می‌کنند، رخ دهد. همین‌طور، ممکن است میان دو موجود که میلیون‌ها سال با هم اختلاف زمانی دارند، دیده شود. کوسه‌ها مدت‌هاست که جزء مهم‌ترین مهره‌داران دریازی هستند. در دوران مزوزوئیک ایکتیوسورها، از تبار

خزندگان، تکامل یافتند و به موجوداتی ماهی‌مانند تبدیل شدند (فصل ۷). نهنگ‌ها و دلفین‌ها میلیون‌ها سال پس از آن‌ها از تبار پستانداران تکامل یافتند و اکنون نیز دقیقاً در همان شرایط زندگی می‌کنند. در همین کتاب با نمونه‌ای از کروکودیل‌های ماهی‌مانند هم آشنا شده‌اید (فصل ۸).



کارنوسورها شیرهای ژوراسیک، بیرهای کرتاسه

کارنوسورها^۱ بزرگ‌ترین شکارچیان خشکی‌های شمالی تا پایان دوره ژوراسیک و اوایل کرتاسه بودند اما در میانه دوره کرتاسه تسلط آن‌ها بر منابع شکار در خشکی‌های شمالی کاهش یافت. با وجود این، توانستند در خشکی‌های جنوبی به خصوص آفریقا، آمریکای جنوبی و حتی استرالیا به مهم‌ترین رقیب سراتوسورها تبدیل شوند. شاید یکی از موانع بزرگ شدن اندازه اغلب آبلی‌سوریدها، اجتناب از رقابت با کارنوسورها بوده است. اندازه برخی از این کارنوسورهای آمریکای جنوبی به مرز نهایی غول‌پیکر شدن در میان دایناسورهای شکارچی، یعنی حدود ۱۳-۱۴ متر، نیز رسید. به جز سراتوسورها، مهم‌ترین رقیب کارنوسورهای قاره‌های جنوبی اسپاینوسورها بودند که ظاهراً کارنوسورها حتی بر آن‌ها نیز غلبه یافتند.

آلوسورس^۲ یکی از شناخته‌شده‌ترین کارنوسورهاست که از ۱۵۷ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی و اروپا (که در آن زمان به هم متصل بودند) می‌زیست. آلوسورس^۳ ۸ تا ۱۳ متری در جنگل‌ها، جلگه‌ها و مناطق نیمه‌خشک آمریکای شمالی به دنبال سوروپودهایی غول‌آسا مثل آپاتوسورس^۴ (← فصل ۲۶) می‌گشت و در نظر دایناسورهای کوچک نیز بسیار هول‌آور و ترسناک بود. آلوسورس‌های اروپایی که در جزیره‌های مردابی زندگی می‌کردند، نسبت به خویشاوندان خود، که تنها چند کیلومتر آن‌سوتر در سرزمین بزرگ آمریکای شمالی می‌زیستند، اندازه‌های کوچک‌تری داشتند و اغلب ۴ تا ۷ متر بیشتر رشد نمی‌کردند (← فصل ۵۰). در همین زمان، گروه دیگری از خویشاوندان نزدیک آلوسورس داشتند به شاه گوشت‌خواران زمان خود تبدیل می‌شدند. تباری که شامل دو خانواده کارارودونتوسوریدها^۵ و نیووینه‌توریدها^۶ می‌شد.

مجموعه یانگ چوانوسورس

به ردیف دندان‌ها که تنها از زیر حفره پیش‌چشمی آغاز می‌شوند، حفره کوچک درون استخوان آرواره بالا و کاکل‌های کوتاه حیوان دقت کنید.



تکامل و تنوع کارنوسورها

استخوان‌بندی کارنوسورها ویژگی‌های منحصر به فرد اندکی دارد که آن‌ها را از تتانورهای دیگر مشخص می‌کند که اغلب مربوط به جزئیات مجموعه این دایناسورها است. با وجود این، با اطمینان بالایی می‌توان گفت که مجموعه‌ای از سنگواره‌های یافته شده مربوط به ژوراسیک و کرتاسه متعلق به این تبارند. نخستین خانواده‌ای که در دل این تبار تکامل یافت، سین‌راپتوریدها^۷ بودند. سین‌راپتورها طی مدت محدودی در دوره ژوراسیک، مهم‌ترین شکارچیان کوچک تا غول‌پیکر اوراسیا بودند. برخی از آن‌ها تنها ۳/۵ متر طول داشتند (گاسوسورس^۸: ۱۶۵ میلیون سال پیش، چین) و برخی نیز مانند یانگ چوانوسورس^۹ (۱۰/۵ متر، ۱۵۷ میلیون سال پیش، چین) بزرگ‌ترین شکارچی دوره خود بوده‌اند. روندی ثابت از برخاستن و انقراض تتانورهای مختلف غول‌پیکر و شکارچی در آسیا، طی ژوراسیک و کرتاسه دیده می‌شود. در زمان زندگی گاسوسورس، مونولوفوسورس (← فصل ۳۳) بزرگ‌ترین شکارچی آسیا محسوب می‌شد اما چند میلیون سال بعد، سین‌راپتوریدهایی چون خود سین‌راپتور^{۱۰} (۱۶۰ میلیون سال پیش) و یانگ چوانوسورس پیروز این میدان شدند. به‌زودی خود سین‌راپتوریدها نیز منقرض شدند و گروه‌های جدیدتری از کارنوسورها و سیلوروسورها جای آن‌ها را گرفتند. (← فصل ۳۷).

کونکاوینه‌تور^{۱۱}

این کارارودونتوسورید ۶ متری که ۱۲۵-۱۳۰ میلیون سال پیش در جنوب اروپا زندگی می‌کرد، یکی از آخرین کارنوسورهای کشف شده است. ظاهراً اسپاینوسورها تنها تروپودهایی نبوده‌اند که تیغ‌های عصبی برآمده داشته‌اند، بلکه بسیاری از کارارودونتوسوریدها و نیز کونکاوینه‌تور و آکروکانتوسورس^{۱۱} (صفحه مقابل) صاحب چنین «کوهان»‌هایی بوده‌اند. نکته مهم دیگری که با کشف این دایناسور برای ما مشخص شد، این بود که حتی تروپودهای غول‌پیکری مثل کارنوسورها نیز پرهایی ابتدایی و خارمانند و احتمالاً کرک‌پرهایی ظریف‌تری داشته‌اند.



فیو وینہ توریدا

این خانواده از تبار گوشت‌خواران غول‌پیکر سرزمین‌های شمالی تکامل یافتند اما خیلی زود راه جنوب را پیدا کردند و توانستند در بسیاری از مناطق، بر سراتوسورهای جنوبی چیره شوند. کارکارودونتوسوریدهای ابتدایی، مثل آکروکانتوسورس (۱۲۵ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش، آمریکای شمالی) با حدود ۱۲ متر طول و ۴/۴ تن وزن، از موفق‌ترین شکارچیان کرتاسه پایینی در زمان خود بودند. نمونه‌های کوچک‌تر این خانواده نیز در جزایر اروپا زندگی می‌کردند. در کرتاسه بالایی مهم‌ترین منطقه پراکنش این خانواده در آفریقا و آمریکای جنوبی بود. کارکارودونتوسورس^{۱۲} (۱۱۰ تا ۹۵ میلیون سال پیش، شمال آفریقا) با ۱۲ متر طول و ۶ تن وزن، و جیگانوتوسورس^{۱۳} (۱۰۰ تا ۹۵ میلیون سال پیش، آمریکای جنوبی) با ۱۳ تا ۱۴ متر طول و ۸ تن وزن، از بزرگ‌ترین تروپودها محسوب می‌شدند. این تروپودها از شکارهای بزرگ مثل تایتانوسورها، که سراتوسورها و اسپاینوسورها قادر به کشتن آنها نبودند، تغذیه می‌کردند.

افراض باقی نمانده بودند.

اکروکانتوسورس
Acrocanthosaurus

سینر اپتور
Sinraptor

حفره‌ها و فرورفتگی‌های بیشتر در استخوان‌های آرواره بالا و بینی، سوراخ بینی بزرگ

کارتوسورها
Carnosauria

آوتروپودها
Averoepoda

سپاروسورها
Coelurosauria

نیووناتوریدها
Neovenatoridae

نیووناتور
Neovenator

کارودونتوسوریدها
Carcharodontosauridae

مگاریپتورها
Megaraptora

پالتو
Pterosauria

سورن
Saurischia

کرتاسه
Cretaceous

موزوئیک
Mesozoic

جوراسیک
Jurassic

۶۵

۱۴۵

۲۰۰

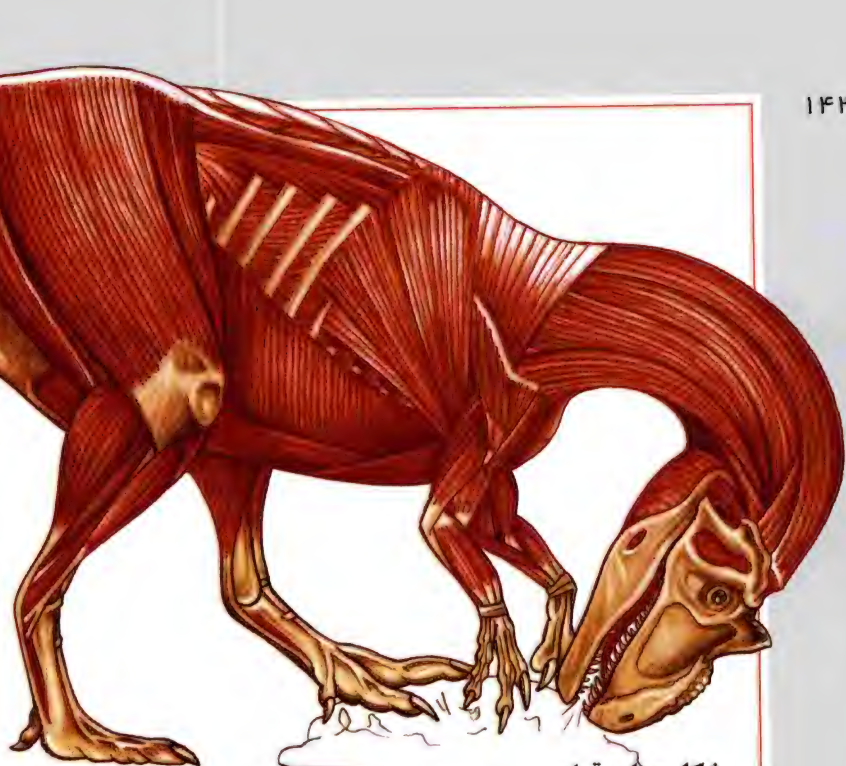
حفره‌ها و فرورفتگی‌های بیشتر.
در استخوان‌های آرواره بالا و
پینی، سوراخ پینی بزرگ

- 12 - *Carcharodontosauridae* 13- *Giganotosaurus* 14- *Neovenator* 15- *Chilantaisaurus* 16- *Fukuiraptor* 17- *Megaraptora* 18- *Megaraptor*
19- *Orkoraptor*



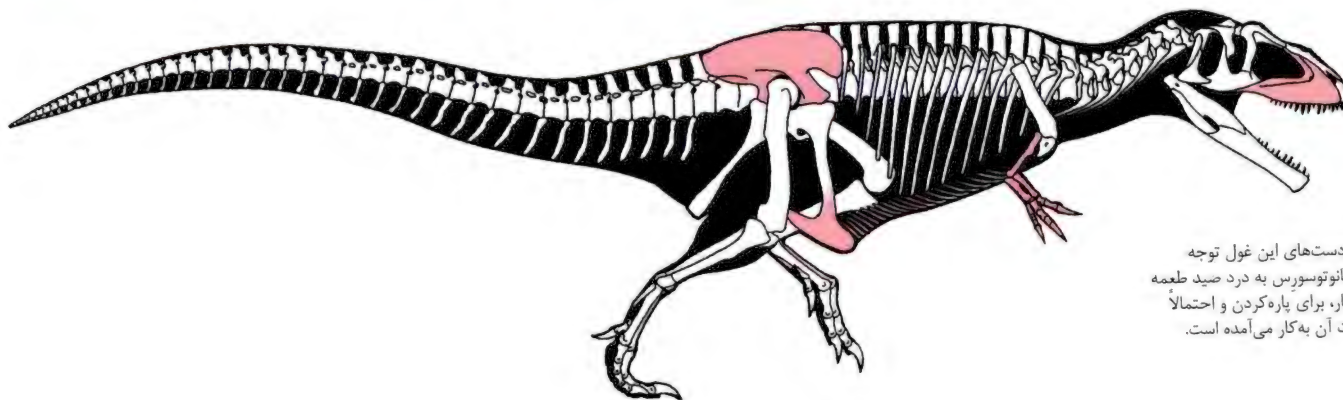
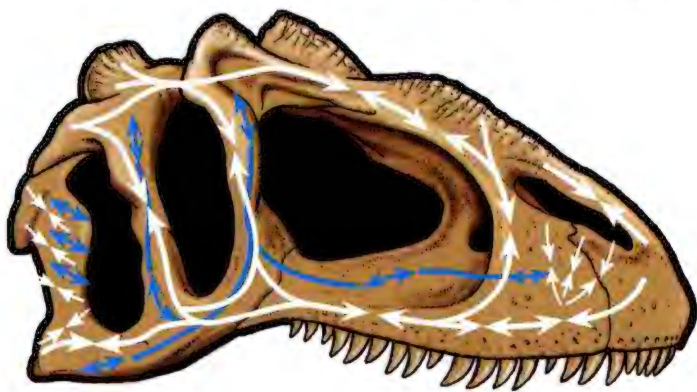
ماهیچه‌های بدن آلوسورس

نه تنها آرواره‌های قوی، بلکه پنجه‌های قدرتمند هم به آلوسورس کمک می‌کردند که بتواند شکار خود را بکشد و بدنش را پاره کند. دست‌های کارنوسورها در مقایسه با تروپودهای پیشین انعطاف‌پذیری بیشتری داشتند و ماهیچه‌های پر قدرت آن‌ها نیز برای چنگ‌زدن به بدن شکار بسیار مناسب بودند.



شکار چیان قهار

کارنوسورها یکی از مهم‌ترین گروه‌های دایناسورهای شکارچی محسوب می‌شوند. آن‌ها از همهٔ سلاح‌های خود برای کشتن شکار استفاده می‌کردند. سرهای بزرگ و آرواره‌های قوی، دندان‌های محکم و بزرگ، دست‌های قدرتمند، پنجه‌های تیز و پاهای پر قدرت که سرعت خوبی برای آن‌ها فراهم می‌کرد، همگی موجب موفقیت کارنوسورها بودند. صحنه‌هایی که آلوسورس به دنبال آپاتوسورس می‌رفته یا جیگانوتوسورس کوه‌پیکر در تعقیب سوروپودهای عظیم‌الجثه‌ای مثل تایتانوسورها بوده است تا بتواند یکی از آن‌ها را به‌عنوان غذای چندین روز خود صید کند، بی‌شک از دیدنی‌ترین صحنه‌های شکار در سراسر تاریخ زمین بوده است. شکار یک سوروپود توسط این کارنوسورهای غول‌آسا احتمالاً یک روز تمام طول می‌کشیده است؛ زیرا حتی اگر فرض کنیم که شکارچی‌ها در گروه‌های دو یا چندتایی به سوروپودها حمله می‌کرده‌اند، باز هم زخمی کردن یک سوروپود کوه‌پیکر ساعت‌ها زمان می‌برده و سرنگون کردن آن نیز به صرف انرژی و وقت زیادی نیاز داشته است. زندگی این شکارچیان غول‌پیکر، که برای صید سوروپودها تخصص یافته بودند، شاید از زندگی خویشتاوندان کوچک‌ترشان بسیار دشوارتر بوده است. آن‌ها برای زنده ماندن می‌بایست همیشه در توانایی کامل بوده باشند تا بخت هیچ شکاری را از دست ندهند. ناپدید شدن این دایناسورها از خشکی‌های شمالی و واگذار کردن عرصه به شکارچیان بزرگ بعدی، مثل تیرانوسورها، شاید تنها به خاطر کم شدن تعداد سوروپودهای غول‌پیکر در این سرزمین‌ها بوده باشد.



جیگانوتوسورس

به جمجمهٔ محکم، شکل لگن و دست‌های این غول توجه کنید. دستان نسبتاً کوچک جیگانوتوسورس به درد صید طعمه نمی‌خورده اما پس از کشتن شکار، برای پاره کردن و احتمالاً حمل کردن قسمت‌هایی از گوشت آن به کار می‌آمده است.



» جیگائوتوسورس به دنبال غذا

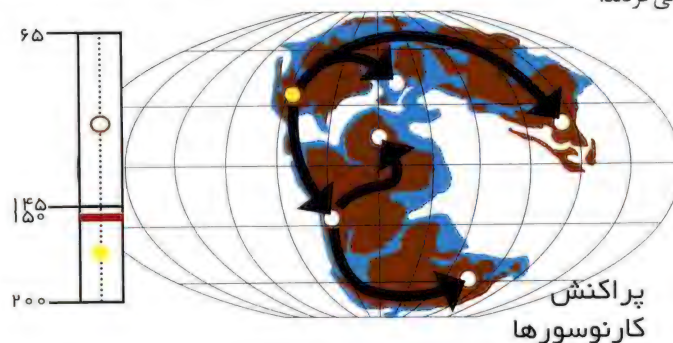
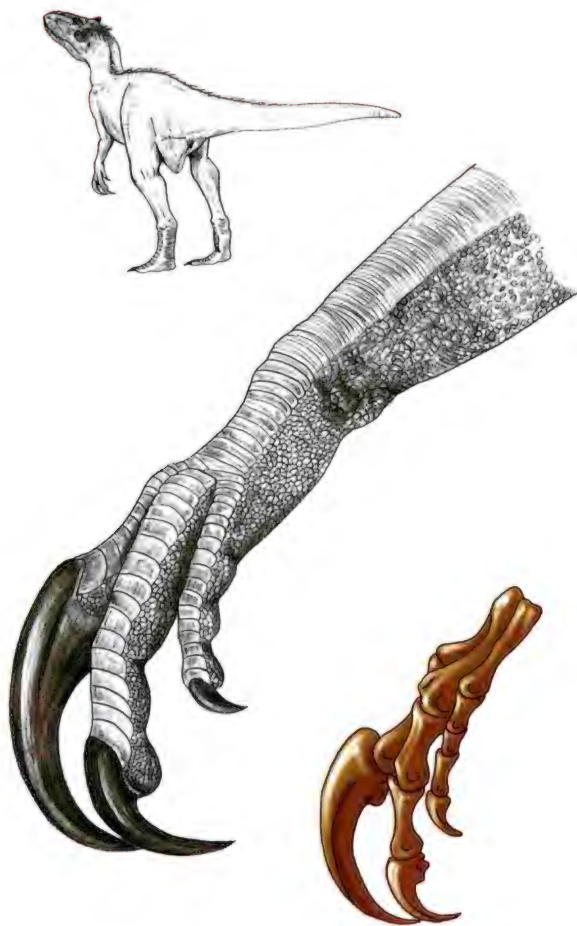
ارتفاع پشت لگن این دایناسور ۳/۵ تا ۴ متر بود و با توجه به وزن زیادش نمی‌توانست به دنبال دایناسورهای کوچک تیزپا برود؛ پس در کمین آن‌ها می‌نشست و ناگهان با آرواره‌هایش شکار کوچک خود را غافل گیر می‌کرد. به هر حال، دایناسورهای کوچک که دفاعی جز فرار نداشتند، وجود این دایناسور غول‌پیکر را نمی‌توانستند به راحتی تحمل کنند؛ بنابراین، از سر راه این سلطان جنگل، که در جست‌وجوی سوروپودهای بزرگ بود، کنار می‌رفتند تا به غذای میان‌وعده جیگائوتوسورس تبدیل نشوند!



مگراپتورهای قطبی

اغلب مگراپتورها برخلاف پسرعموهای غول‌پیکرشان جثه بزرگی نداشتند اما در مقیاس خود، شکارچیان بسیار مهمی بودند. آن‌ها به دلیل وزن کمترشان می‌توانستند به راحتی بدونند و از دستان خود، به‌ویژه با ناخن‌های بزرگی که داشتند، برای گرفتن شکار استفاده کنند. اُسترالووینه‌تور^۱، که در جنوبی‌ترین مناطق کره زمین می‌زیست، یکی از مگراپتورهایی بود که مثل خرس‌های قطبی امروزی برای زیستن در سرما تخصص پیدا کرده بود. پره‌های بدن این دایناسور احتمالاً به پوشش پوستین‌مانند ضخیمی تکامل‌یافته بودند و در میان برف‌های قطبی رنگی سفید داشتند.

اُسترالووینه‌تور تنها ۶ متر طول داشت و از ۱۱۲ تا ۱۰۰ میلیون سال پیش در جنوب استرالیا (که آن زمان درون مدار قطبی قرار داشت) زندگی می‌کرد. مهم‌ترین شکارهای این کارنوسور کوچک، اورتیوپودهای قطبی مثل موتاپوراسورس^۲ و لیلیناسورا^۳ بودند که در طول شب قطبی بدون زمستان‌خوابی و با جدیت مشغول کندن برف‌ها و پیدا کردن گیاهان بودند (← **فصل ۱۵**). خویشاوندان دیگر اُسترالووینه‌تور، که دارای پنجه‌هایی شبیه به این دایناسور بودند، در دیگر قسمت‌های خشکی‌های جنوبی و برخی مناطق دورافتاده شمالی، مثل ژاپن، زندگی می‌کردند.



سوخت‌وساز بدن در دایناسورها

آیا دایناسورها خون سرد و مارمولک‌مانند بودند یا خون گرم و پرنده‌مانند؟ بهتر است همین ابتدا در مورد دو اصطلاح خون سرد و خون گرم این توضیح را بدهیم که این دو واژه نه معنای دقیقی دارند، نه آن‌گونه که به ما یاد داده‌اند، مرز مشخصی میان آن‌ها وجود دارد. بهتر است به جای این دو عبارت، از واژه‌های دقیق‌تری استفاده کنیم که در مورد دو موضوع صحبت می‌کنند: ثابت بودن/متغیر بودن دمای بدن و گرم شدن بدن، از داخل/از خارج. دمای بدن پرنده‌ها و بیشتر پستانداران ثابت است و آن‌ها گرمای بدنشان را از درون خود بدن تأمین می‌کنند. اما دمای بدن مارمولک‌ها و اغلب مارها متغیر است و آن‌ها گرمای بدنشان را از محیط خارجی می‌گیرند. ازین پس به موجوداتی که دمای ثابت دارند، «پایادما»^۴ و آن‌هایی که دمای بدنشان متغیر است، «پویادما»^۵ می‌گوییم. همین‌طور جانورانی را که خودشان بدنشان را گرم می‌کنند، درون گرم^۶ و آن‌هایی را که برای گرم شدن به حمام آفتاب یا رفتن به جای گرم‌تر نیاز دارند، برون گرم^۷ می‌نامیم.

شواهدی برای سوخت و ساز

می‌توان با اطمینان گفت که سوخت‌وساز دایناسورهای مزوزوئیک به نماینده‌های امروزی آن‌ها یعنی پرندگان شبیه‌تر بوده‌است تا به کروکودیل‌ها و خزندگان دیگر. در این جا به برخی از شواهدی که برای این موضوع داریم، اشاره می‌کنیم:

الف) شواهد سوخت‌وساز بالا:

- ۱ - وضعیت ایستائی: قرار گرفتن پاها در زیر بدن (فصل ۷)
- ۲ - پاهای کشیده: تنها جانوران درون گرما و پایادمای امروزی هستند که پاهای کشیده دارند.
- ۳ - راه رفتن روی دویا: تنها جانوران درون گرما و پایادمای امروزی هستند که روی دویا راه می‌روند.
- ۴ - توانایی خوردن حجم زیادی غذا در دایناسورهای مختلف: برای مثال، مفصل میان آرواره‌ای در تروپودها (فصل ۲۹)، جداسدن مجرای تنفسی و دهان در آنکیلوسورها (فصل ۱۴) و عقب رفتن بینی در سوروپودها (فصل ۲۶-۲۸).
- ۵ - قلب‌های چهارحفره‌ای، که در همه آروکوسورها دیده می‌شود (فصل ۸).
- ۶ - پایادمای: بررسی ایزوتوپ‌های اکسیژن برخی دایناسورها (مثل جیگانتوتوسورس)

مشخص می‌کند که دمای بدن در تمام نقاط تقریباً یک‌سان بوده‌است؛ بنابراین، آن‌ها پایادما بوده‌اند.

۷ - بافت‌شناسی: استخوان‌های در حال رشد همواره در حال ساخته شدن، باز جذب و دوباره ساخته شدن هستند؛ بنابراین، دو نوع بافت استخوانی نخستین و دومین وجود دارد. استخوان دومین به شکل مجموعه‌ای از کانال‌های خونی به نام مجراهای هاورسی^۸ دیده می‌شود. باز جذب مجدد استخوان دومین، نوع جدیدی از بافت استخوانی، موسوم به استخوان هاورسی چگال ایجاد می‌کند. این بافت خاص در پستانداران و پرندگان درون گرمای امروزی و البته در دایناسورها، تروسورها (فصل ۹) و سیناسپیدهای خویشاوند پستانداران (فصل ۷) دیده می‌شود.

۸ - رشد سریع: با توجه به همین بافت‌های استخوانی می‌توان به نرخ رشد بالا در دایناسورها پی برد (فصل ۳۷).

۹ - نسبت شکارچی و شکار (فصل ۲۲).

۱۰ - جغرافیا: دایناسورهای بسیاری هستند که در مناطق قطبی می‌زیستند (فصل ۱۵، ۳۱، ۳۷، ۴۴ و همین فصل)؛ یعنی جاهایی که امکان زنده ماندن برای خزندگان برون گرما و پویادما وجود ندارد.

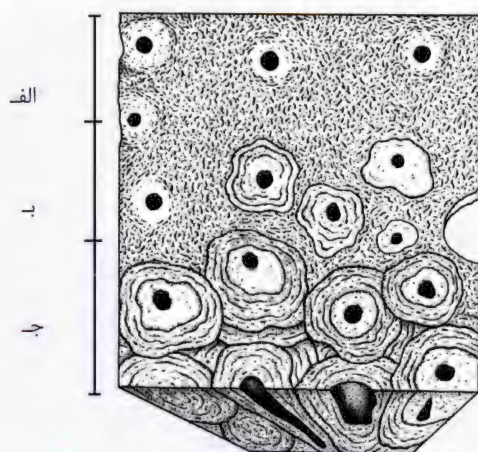
در مقابل، نشانه‌هایی هم وجود دارند که به ما می‌گویند برخی ویژگی‌های دایناسورها به خزندگان خون سرد شباهت بیشتری داشته‌است، و احتمالاً میزان سوخت‌وساز بدن آن‌ها چیزی میان پرنده‌ها و کروکودیل‌ها بوده‌است.

ب) شواهد سوخت‌وساز و میانه (میان پرنده‌ها و کروکودیل‌ها):

۱ - ساختار مغز: به جز تروپودها و اورنیتوپودها، بهره مغزی اغلب دایناسورها در سطح کروکودیل‌ها یا کمتر بوده‌است (فصل ۴۴).

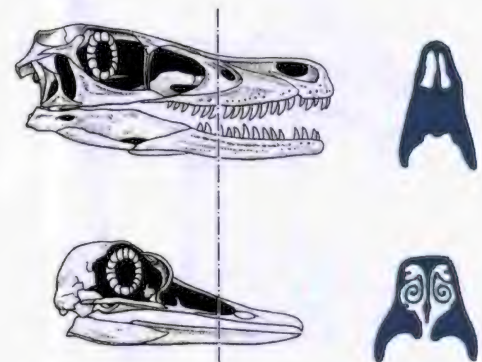
۲ - فقدان فرفره‌های بینی: درون بینی پستانداران و پرندگان امروزی، استخوان‌های نازک فرمانندی وجود دارد که در هنگام ورود و خروج هوا، باعث گرم شدن هوای ورودی و در هنگام خروج هوا، باعث پس گرفتن رطوبت هوای خروجی می‌شوند تا رطوبت بدن از دست نرود. تاکنون چنین ساختاری درون بینی هیچ دایناسوری کشف نشده‌است؛ گرچه این استخوان‌ها آن قدر ظریف‌اند که ممکن است در هیچ سنگواره‌ای امکان حفظ شدنشان وجود نداشته باشد.

۳ - وجود خطوط توقف رشد (فصل ۳۷).



مقطع استخوان نخستین (الف)، استخوان باز جذب شده (ب) و استخوان هاورسی (ج) در ران یک هادروسور.

مقطع عرضی بینی در یک ولاسی‌راپتور و یک پرنده امروزی (رنا).



سیلوروسورها^۱ متنوع ترین گروه از تروپودها هستند. بی شک بدن همه آن‌ها (به جز انواع خیلی غول پیکر) پوششی از پوش پرهای ضخیم داشته است. پرهایی که در یک تبار از سیلوروسورها، به شاه پرهای نمایشی و سپس شاه پرهای پروازی تکامل یافتند. اغلب سیلوروسورها کوچک بودند اما دست کم یک خانواده از شکارچی های بزرگ نیز در میان آن‌ها تکامل یافتند. بسیاری از سیلوروسورها همه چیز خوار یا کاملاً گیاه خوار بودند و برخی از همین انواع گیاه خوار نیز به اندازه های بزرگی رسیدند. پرندگان از نسل یکی از همین سیلوروسورها^۲ کوچک تکامل یافتند و ساختار بدن آن‌ها تکامل یافته ساختار بدن سیلوروسورها محسوب می شود.

نخستین سیلوروسورها

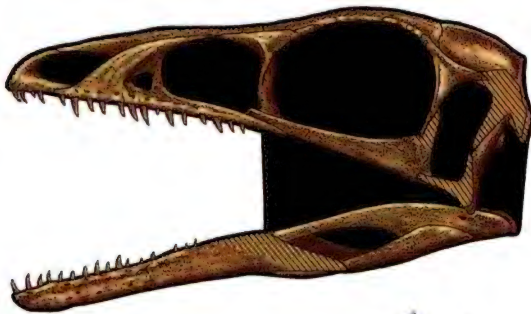
در مورد رده بندی و تکامل سیلوروسورها نسبت به گروه های دیگر دایناسورها تحقیقات بسیار بیشتری انجام گرفته است؛ آن هم به دلیل بسیار مهم و آن، وجود پرندگان است. پرندگان سیلوروسورهای زنده زمان کنونی هستند و اینکه خصوصیت های مهم آن‌ها دقیقاً در چه زمانی و به چه صورتی ظاهر شده اند، بستگی زیادی به درک ما از چگونگی تکامل سیلوروسورها دارد. کومپسونه تیدها^۳ یکی از ابتدایی ترین خانواده های سیلوروسورها هستند. احتمال زیادی وجود دارد که نیای دیگر گروه های سیلوروسورها نیز حیواناتی کمابیش مشابه آن‌ها بوده باشند: شکارچی های کوچک ۵۰ سانتی متری تا ۲ متری با بدن هایی پوشیده از کرک پره های رنگی.

برخی از مهم ترین ویژگی های مشترک سیلوروسورها عبارتند از مغزها و چشم های نسبتاً بزرگ تر از تروپودهای دیگر، دستان کشیده و باریک، و پاها بلند و دهنده. از آنجا که سیلوروسورها بیشتر از دستان خود استفاده می کرده اند، استخوان جناغ، که محل اتصال ماهیچه های جمع کننده بازوهاست، در آن‌ها رشد بیشتری دارد و با دست کم سه دنده دروغین (دنده های متصل به جناغ) با قفسه سینه مرتبط می شود.

سیلوروسورهای بعدی شامل گروه هایی مانند تیرانوسورها^۴ و مانی راپتوری فورما^۵ می شوند. تیرانوسورها در ابتدا شامل شکارچیان کوچکی مثل کومپسونه تیدها بودند اما با انقراض کارنوسورها در آسیا و آمریکای شمالی، جای گزین آن‌ها شدند و به بزرگ ترین سیلوروسورهای شکارچی تکامل یافتند. مانی راپتوری فورما، خود شامل دو گروه می شوند: اورنیتومایموسورها^۶ و مانی راپتورها^۷. برخلاف کومپسونه تیدها، مانی راپتوری فورما به سمت گیاه خوار شدن پیش رفتند. دندان های کمابیش برگ مانند، شکم های بزرگ، سرهای کوچک، و مغزهای باز هم بزرگ تر، از ویژگی های مشترک مانی راپتوری فورماست؛ اگرچه نباید فراموش کرد که برخی از مانی راپتورهای دوره کرتاسه، دوباره به شکارچیان بسیار ماهر تبدیل شدند. دایناسورهایی که چندین بار به گیاه خوار و شکارچی تکامل یافتند و سرانجام، آن قدر در میان شاخه های درختان به دنبال حشره ها پریدند که اندک اندک دست هایشان بلندتر شد و پرواز یاد گرفتند.

حجمه کومپسونه توس^۸

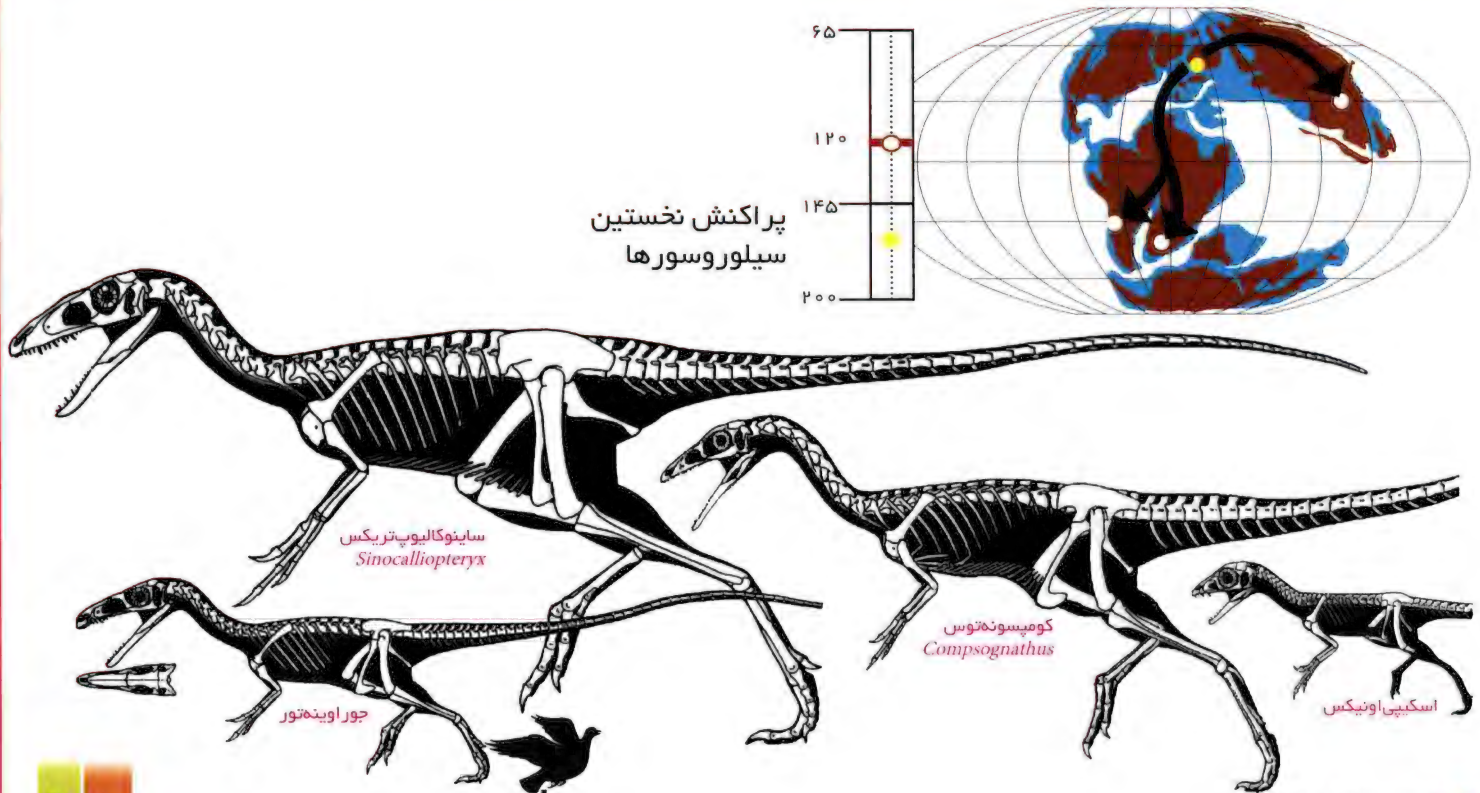
وجود دندان های تیز و کوچک نشان می دهد که حشرات، ماهی ها و حیوانات کوچک بیشترین بخش غذای این دایناسور ۱/۵ متری را تشکیل می داده اند. به چشم های درشت حیوان، که نشان دهنده وجود مغزی بزرگ تر است، دقت کنید.



ساینوسوروپ تریکس^۹

نخستین دایناسوری است که سنگواره پردار آن در سال ۱۹۹۶ کشف شد و همه تردیدها را در مورد پردار بودن دایناسورها و تکامل پرندگان از بین برد. این دایناسور ۱۳۰ سانتی متری، مثل دیگر کومپسونه تیدها، از حشرات و حیوانات کوچک تغذیه می کرد و تنها یک کیلوگرم وزن داشت. حتی رنگ پره های این دایناسور نیز با بررسی رنگدانه های سنگواره شده مشخص شده است! دم دراز این دایناسور حلقه های بی دربی سفید و قهوه ای رنگ داشته و پوش بدنش نیز ترکیب این دو رنگ بوده است. ساینوسوروپ تریکس ۱۲۰ میلیون سال پیش در جنگل های مرطوب آسیا زندگی می کرد.





کومپسونه تیدها

در بالا، تصویر چند نمونه از کومپسونه تیدها را که همگی در یک مقیاس ترسیم شده‌اند، می‌بینید. اسکیپیونیکس^۱ در هنگام مرگ تازه متولد شده بوده و نمونه بالغ آن شاید خیلی بزرگ‌تر بوده است. کومپسونه توس، جوراوینه تور^{۱۰} و اسکیپیونیکس ساکن اروپا بودند و ساینگالیوپتریکس^{۱۱} در چین زندگی می‌کرد.

مهم‌ترین ویژگی‌های سیلوروسورها

در تصاویر زیر می‌توانید برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیلوروسورها، مثل چشمان نسبتاً بزرگ (که نشان‌دهنده مغز بزرگ است: ← فصل ۴۴)، دست‌ها و پاها باریک و کشیده، جناغ پهن و دنده‌های دروغین متصل به آن را ببینید.

دست و پای باریک و کشیده در سیلوروسورها



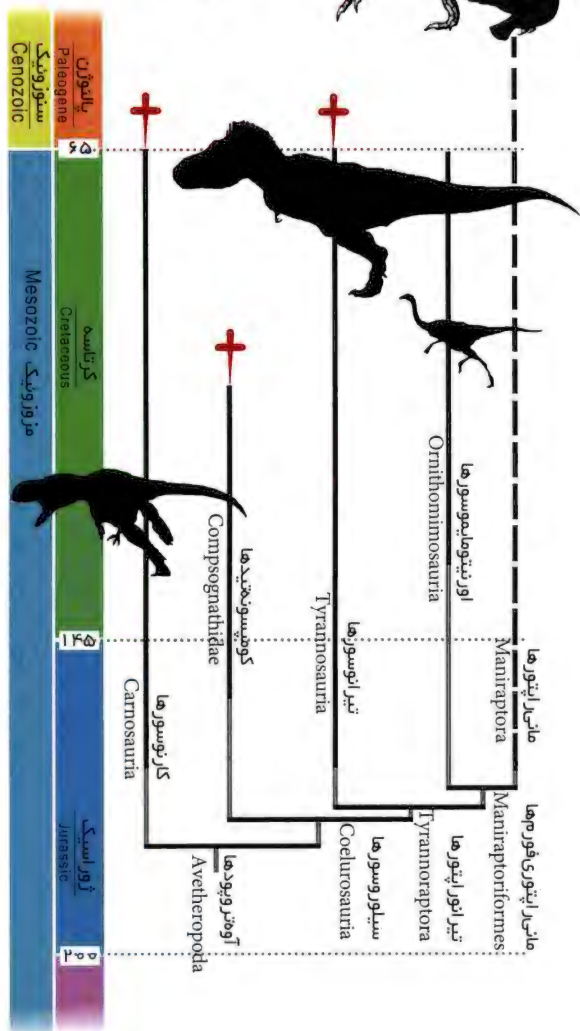
دست اورنیتومولستیز (← فصل ۳۹)



پای کومپسونه توس



نمای شکمی استخوان جناغ و دنده‌های دروغین متصل به آن





تیرانوسورها بیرپنهان، ازدهای غران

مجموعه نخستین تیرانوسورها

روی استخوان بینی دیلونگ^۲ برجستگی کوتاهی وجود دارد که در جلوی چشم‌ها به دو سستیغ موازی تقسیم می‌شود اما گوانلونگ^۳ کاکلی بزرگ و پر از حفره‌های سینوسی روی استخوان بینی‌اش دارد. در هر دو نمونه، استخوان‌های بینی سمت چپ و راست کاملاً به هم جوش خورده‌اند. به علاوه، ردیفی از دندان‌های فشرده در جلوی آرواره بالایی هست که حالتی شبیه دندان‌های «پیش» در پستانداران دارد و از آن برای پاره کردن شکار استفاده می‌شده است.



دیلونگ

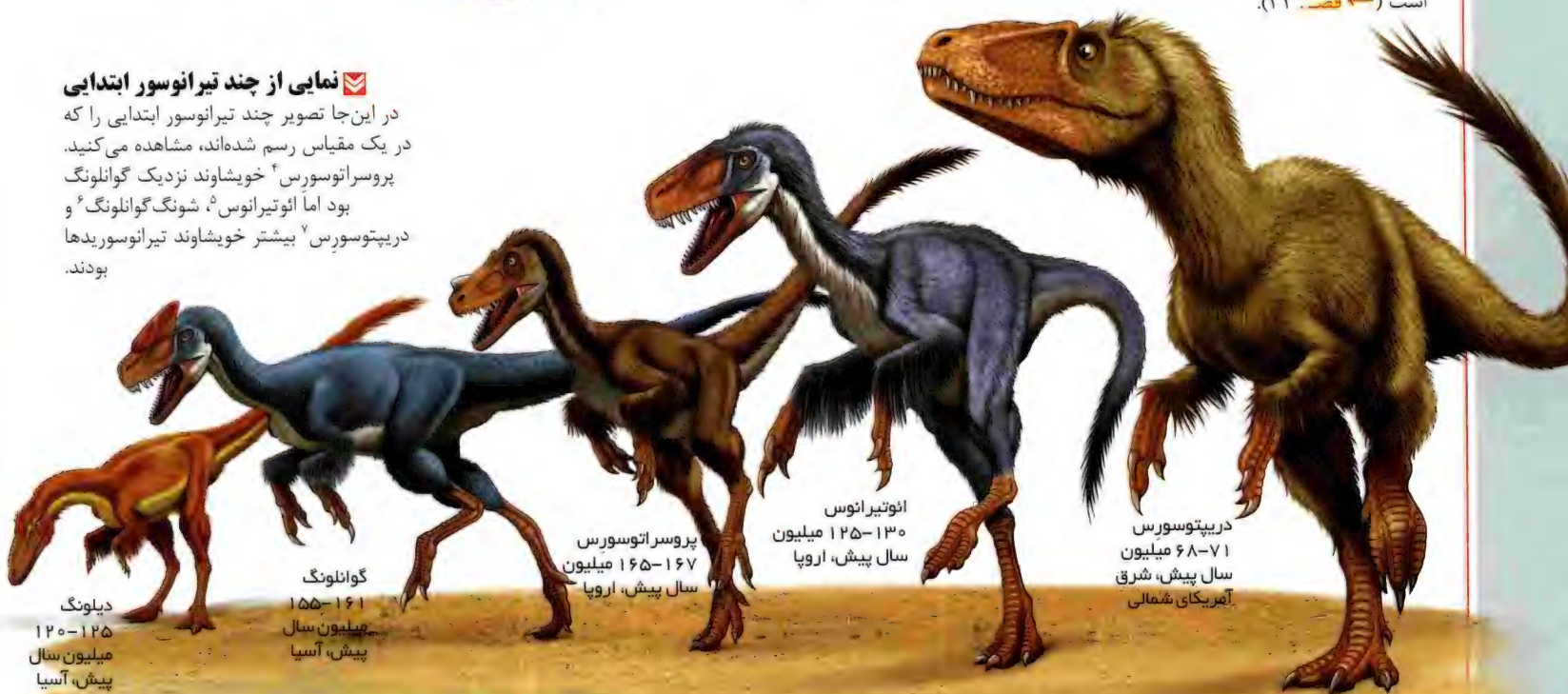


گوانلونگ



نمایی از چند تیرانوسور ابتدایی

در این جا تصویر چند تیرانوسور ابتدایی را که در یک مقیاس رسم شده‌اند، مشاهده می‌کنید. پروسراتوسورس^۴ خویشاوند نزدیک گوانلونگ بود اما ائوتیرانوس^۵، شونگ گوانلونگ^۶ و دریپتوسورس^۷ بیشتر خویشاوند تیرانوسوریدها بودند.



دیلونگ
۱۲۵-۱۲۰
میلیون سال
پیش، آسیا

گوانلونگ
۱۶۱-۱۵۵
میلیون سال
پیش، آسیا

پروسراتوسورس
۱۶۷-۱۶۵
میلیون سال پیش، اروپا

ائوتیرانوس
۱۳۰-۱۲۵
میلیون سال پیش، اروپا

دریپتوسورس
۷۱-۶۸
میلیون سال پیش، شرق آمریکای شمالی

آنچه در مورد تیرانوسورها^۱ شنیده‌ایم، بیشتر مربوط به گوشت‌خوارانی بسیار بزرگ و وحشتناک بوده است که جز کشتن غریزه دیگری نداشته‌اند اما کشفیات چند سال اخیر، پرده از راز ابتدایی‌ترین تیرانوسورها برداشته‌اند: آن‌ها حیواناتی کوچک، سریع، پردار و البته ماهر در شکار بوده‌اند. در دوره کرتاسه به تدریج با کم‌شدن شکارهای بزرگ و محبوب کارنوسورها در خشکی‌های شمالی، اثری از آن‌ها در خشکی‌های شمالی نماند و این فرصتی بود برای شکارچیان کوچک‌تر این سرزمین‌ها تا جای‌گزين کارنوسورها شوند. بنابراین، ابتدا گروهی از همان تیرانوسورهای کوچک با سرهای بزرگ‌تر و دست‌های کوچک‌تر پیدا شدند. آن‌ها سرانجام به شکارچیان غول‌آسا تبدیل شدند که جزء بزرگ‌ترین حیوانات شکارچی تاریخ کره زمین به حساب می‌آیند؛ یعنی، خانواده تیرانوسوریدها.

پیدایش تیرانوسورها و مهم‌ترین ویژگی‌های آن‌ها

ظاهر تیرانوسورهای کوچک ابتدایی شباهت چندانی به پسرعموهای غول‌آسای چند میلیون سال بعدشان ندارد اما ویژگی‌های زیادی هست که نشان می‌دهد همه آن‌ها متعلق به یک تبارند.

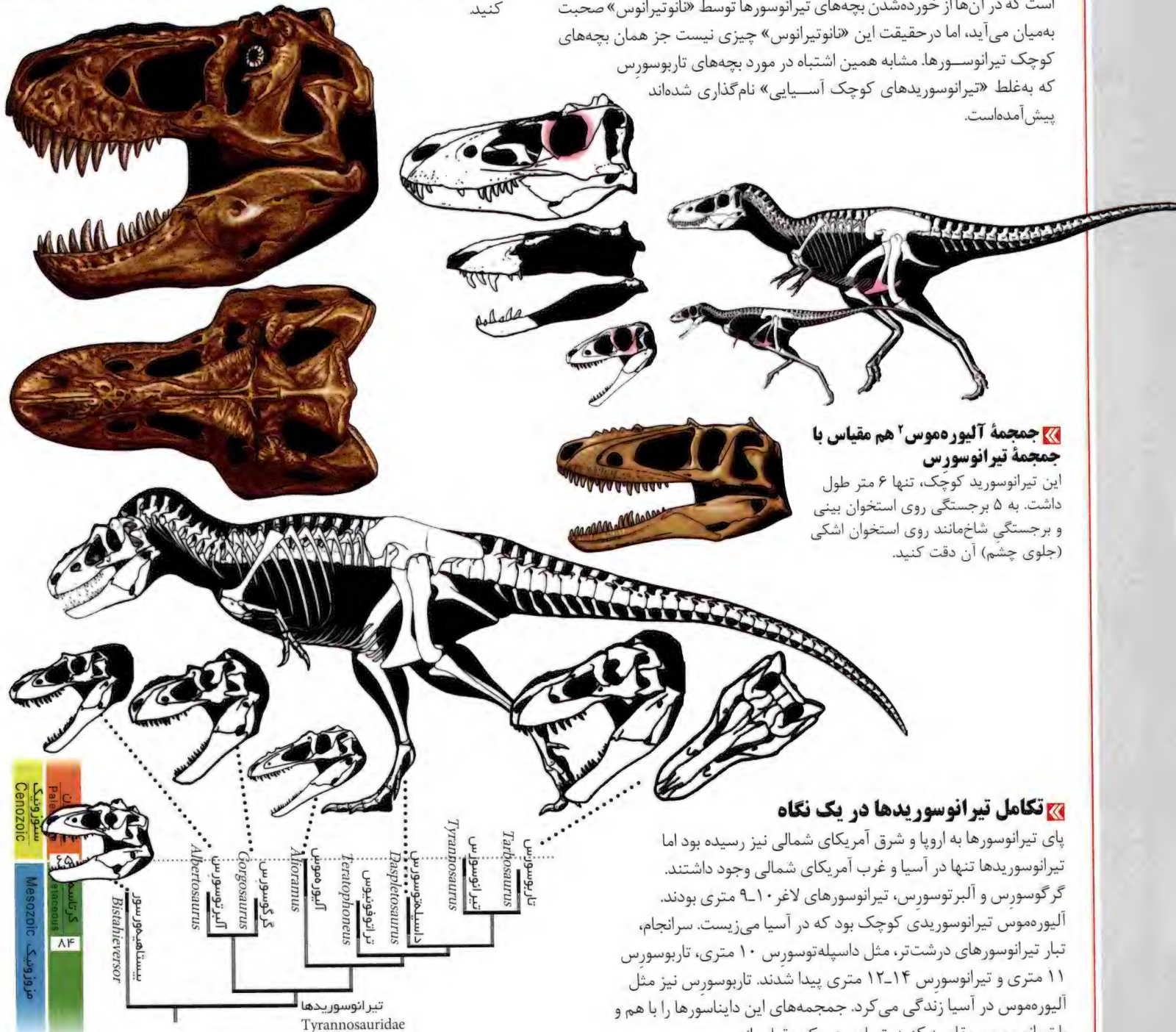
جوش خوردن استخوان‌های چپ و راست بینی به هم، وجود ردیفی از دندان‌های کوچک تیز در جلوی آرواره بالایی (روی استخوان پیش‌آرواره) که ظاهری شبیه به دندان‌های «پیش» در پستانداران داشتند و نازک‌شدن استخوان سوم کف دست (و ضعیف‌شدن این استخوان) از مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک میان تیرانوسورهای کوچک و تیرانوسوریدهای غول‌پیکر است. انواع مختلفی از تیرانوسورهای ابتدایی در اواخر ژوراسیک و اوایل کرتاسه ظاهر شدند. تیرانوسورها در خشکی‌های شمالی ظاهر شدند و اغلب، ساکن اوراسیا و آمریکای شمالی بودند اما دست‌کم دو نمونه از آن‌ها پیش از جانشین اروپا از قاره‌های جنوبی به سمت جنوب رفتند. تاکنون یک نمونه از این دایناسورها در آمریکای جنوبی، و یک نمونه در استرالیا کشف شده است (فصل ۳۲).

مورد عجیب «نانوتیرانوس»^۱

سال‌ها پیش در آمریکای شمالی جمجمه‌ای از یک تیرانوسورید کشف شد که هم‌عصر تیرانوسورس^۳، یعنی متعلق به ۶۵ میلیون سال پیش، بوده است. این جمجمه کوچک دارای چشم‌های گرد و بزرگی بود که با تیرانوسورس بسیار تفاوت داشت. بنابراین، دانشمندان متوجه شدند که با یک تیرانوسورید جدید و کوچک (۶ متری) سروکار دارند و اسم آن را «نانوتیرانوس» گذاشتند. دانشمندان زیادی بر اینکه واقعاً گونه‌ای از تیرانوسوریدهای کوچک هم‌زمان با غول ۱۴ متری زندگی می‌کرده است، پافشاری کرده‌اند و حتی مستندهای زیادی ساخته شده است که در آن‌ها از خورده شدن بچه‌های تیرانوسورها توسط «نانوتیرانوس» صحبت به میان می‌آید، اما درحقیقت این «نانوتیرانوس» چیزی نیست جز همان بچه‌های کوچک تیرانوسورها. مشابه همین اشتباه در مورد بچه‌های تاروسورس^۲ که به غلط «تیرانوسوریدهای کوچک آسیایی» نام‌گذاری شده‌اند پیش آمده است.

رشد جمجمه و اسکلت در تیرانوسورس

تیرانوسورس بزرگ‌ترین نمونه از خانواده تیرانوسوریدهاست. اگر جمجمه تیرانوسورس را با دیگر هم‌خانواده‌هایش مقایسه کنید، متوجه برخی از آثار غول‌پیکر شدن بر استخوان‌های درشت و خشن جمجمه حیوان بالغ خواهید شد؛ درحالی که نمونه‌های جوان‌تر کمابیش شبیه به تیرانوسوریدهای دیگرند. یکی از مهم‌ترین نشانه‌های شناسایی تیرانوسورس‌های بالغ، شکل حفره چشم است که در آن‌ها گرد نیست و به سوراخ کلید شباهت دارد. به تغییر شکل و خشن شدن سطح استخوان‌های جمجمه و نیز تغییر نسبت سر و پاها به بدن، طی دوره رشد توجه کنید.

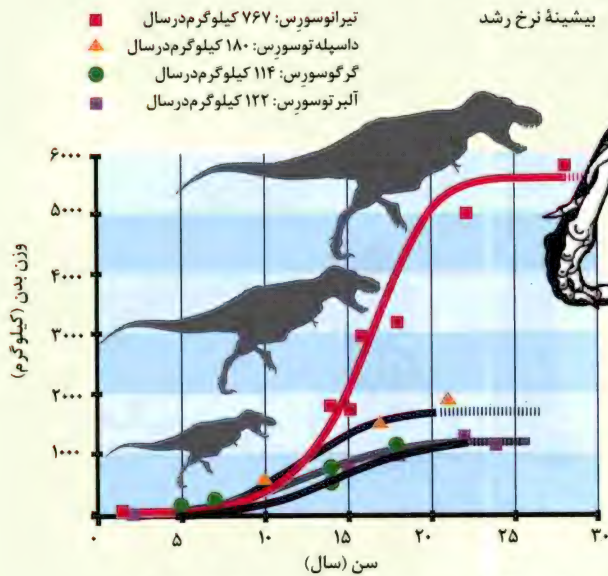
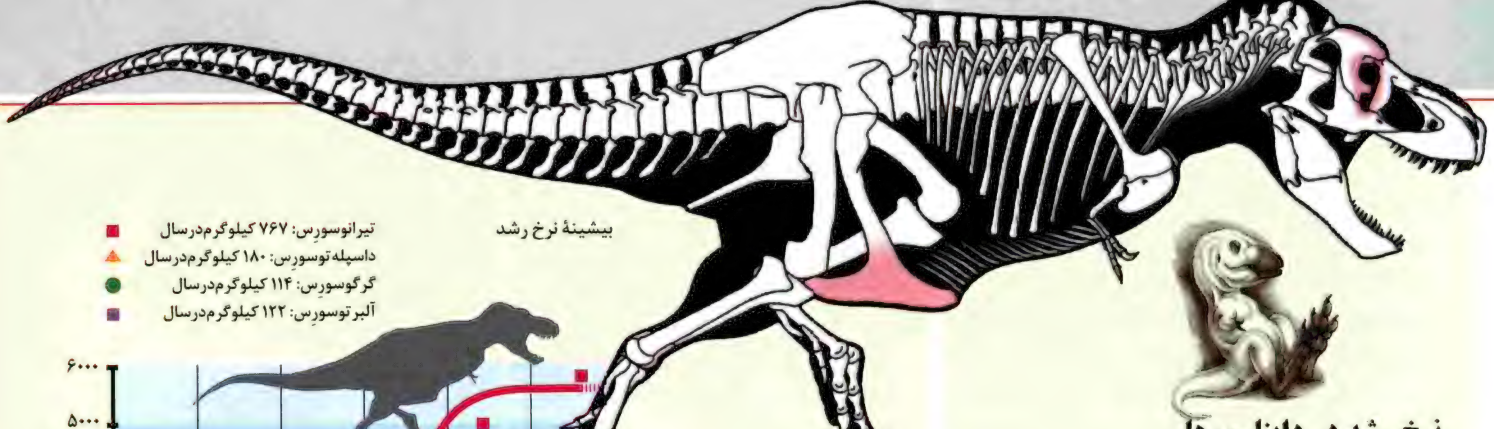


«جمجمه آلیورهموس»^۲ هم مقیاس با جمجمه تیرانوسورس

این تیرانوسورید کوچک، تنها ۶ متر طول داشت. به ۵ برجستگی روی استخوان بینی و برجستگی شاخ‌مانند روی استخوان اشکی (جلوی چشم) آن دقت کنید.

«تکامل تیرانوسوریدها در یک نگاه»

پای تیرانوسورها به اروپا و شرق آمریکای شمالی نیز رسیده بود اما تیرانوسوریدها تنها در آسیا و غرب آمریکای شمالی وجود داشتند. گرجوسورس و آلبرتوسورس، تیرانوسورهای لاغر ۹-۱۰ متری بودند. آلیورهموس تیرانوسوریدی کوچک بود که در آسیا می‌زیست. سرانجام، تبار تیرانوسورهای درشت‌تر، مثل داسیپل‌توسورس ۱۰ متری، تاروسورس ۱۱ متری و تیرانوسورس ۱۲-۱۴ متری پیدا شدند. تاروسورس نیز مثل آلیورهموس در آسیا زندگی می‌کرد. جمجمه‌های این دایناسورها را با هم و با تیرانوسورس مقایسه کنید. تصاویر در یک مقیاس‌اند.



نرخ رشد در دایناسورها

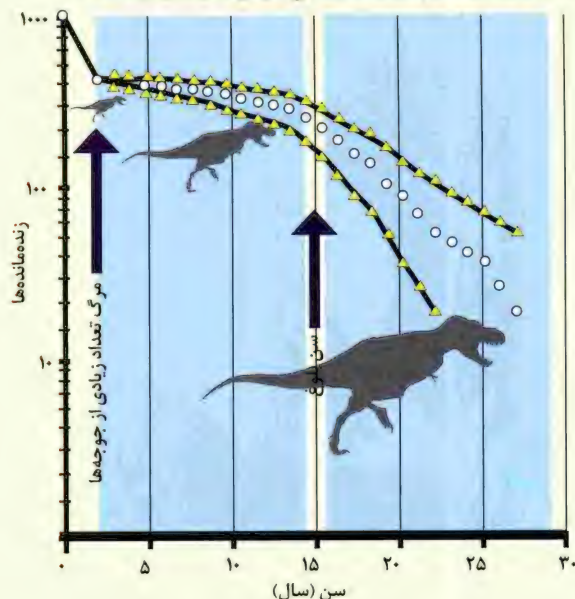
آیا دایناسورها مانند پستانداران و پرندگان به سرعت رشد می کردند یا اینکه رشدشان مدت زیادی طول می کشیده است؟ چگونه می توان به این پرسش ها پاسخ داد؟ خوشبختانه با بررسی بافت های استخوانی سنگواره شده می توان اطلاعات زیادی از نرخ رشد و طول عمر دایناسورها به دست آورد. مقطع بسیاری از استخوان های دایناسورها دارای خطوط رشد است. خطوط رشد به دو دسته تقسیم می شوند: حلقه های رشد^۴ و خطوط توقف رشد (LAG یا LAC)^۵. خطوط توقف شبیه به حلقه های رشدند اما ضخامت کمتری دارند و تارهای پروتئینی کمتری در اطرافشان دیده می شود. حلقه های رشد بر اثر کم شدن دوره های نرخ رشد و خطوط توقف بر اثر توقف کامل رشد ایجاد می شوند.

نرخ رشد و طول عمر در تیرانوسوریدهای بزرگ

تیرانوسورس که وزنش تا ۶ کیلو می رسیده است، تا ۲۸ سالگی رشد می کرده اما در ۱۵ تا ۲۰ سالگی بالغ می شده است. در تیرانوسوریدهای سبک تر نرخ رشد، زمان رسیدن به بلوغ و طول عمر کمتر بوده است. سرعت رشد در این دایناسورها به مراتب بیشتر از خزندگان بوده است.

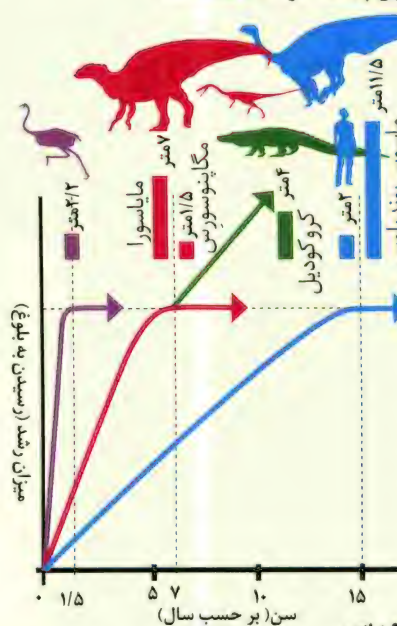
طول عمر در تیرانوسورس

شواهدی وجود دارد که نشان می دهد تیرانوسوریدها به صورت دسته جمعی شکار می کرده اند. وجود تعدادی تیرانوسورید از یک گونه که در کنار هم غرق شده اند، نشان می دهد (مثل شیرها) که آن ها در کنار یکدیگر زندگی می کرده اند؛ و گرنه در مورد جانوران قلمروطلب (مثل ببرها) تحمل یک جانور هم گونه دیگر درون قلمرو غیرممکن است. البته علاوه بر کسب اطلاعات در مورد زندگی گروهی تیرانوسورها، اطلاعات خوب دیگری نیز از این تجمعات به دست می آید. برای مثال، می توانیم بفهمیم که تیرانوسورها در چه سنی به بلوغ می رسیده و اغلب در چه سنی می مردند؟ به عبارت دیگر، امید به زندگی در آن ها چقدر بوده است!



آیا وجود خطوط و حلقه های رشد نشان دهنده سوخت و ساز پایین در دایناسورهاست؟

نه! به دو دلیل: (۱) حلقه های رشد در بسیاری از مهره داران، از جمله در برخی از پستانداران، دیده می شوند و نشان دهنده شرایط محیط (مثل سرما، یا کمبود منابع) هستند. (۲) خطوط رشد دایناسورها و تروصورها، برخلاف بافت استخوان خزندگان پویادما، ساختاری مشابه بافت مهره داران پایادما دارد. (فصل ۳۵).



نرخ رشد در برخی دایناسورها، انسان و کروکودیل

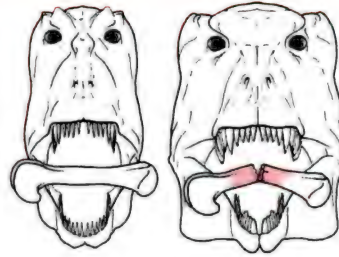
در اینجا رسیدن به بلوغ در همه نمونه ها هم ارز شده است. کروکودیل ها، مگاپنوسورس (فصل ۳۰) و مایاسورا (فصل ۱۷) در ۷ سال بالغ می شوند. البته کروکودیل همچنان به رشدش ادامه می دهد؛ در حالی که رشد دایناسورها پس از بلوغ متوقف می شود. بلوغ انسان و ماسوس پوندیلوس، با وزنی ۲۰ برابر انسان (فصل ۲۳) ۱۵ سال طول می کشد.

امید به زندگی در آلبر تئوسورس

این دایناسورها پس از تولد بخت کمی برای زنده ماندن داشتند (از هر هزار قطعه تنها ۴۰۰ قطعه زنده می ماندند). سپس، تا رسیدن به ۱۴ سالگی، که سن بلوغ بود، زندگی خوبی را تجربه می کردند و فقط نیمی از آن ها تا یک چهارم شان می مردند اما پس از بلوغ، میزان مرگ و میر در این دایناسورها بالا می رفت؛ به طوری که تعداد بسیار کمی از آن ها به ۲۰ سالگی می رسیدند.

آرواره‌های خردکننده

در اینجا آرواره تیرانوسورس و آلوسورس^۱ با هم مقایسه شده‌اند. به پهنای آرواره تیرانوسورس دقت کنید. در تیرانوسورها، برخلاف بیشتر تروپودها دیگر، مفصل میان دو قسمت جلو و عقب آرواره نیز در جای خود ثابت شده است تا قدرت آرواره بیشتر شود (← فصل ۲۹). نیرویی که هر دندان تیرانوسورس به استخوان‌های شکار وارد می‌کرده، بین ۶۴۰ تا ۱۳۰۰ کیلوگرم بوده است. بنابراین، جانور به راحتی می‌توانسته است استخوان‌های شکارش را هم بخورد و هضم کند.



آیا تیرانوسورس لاشه‌خوار بوده است؟

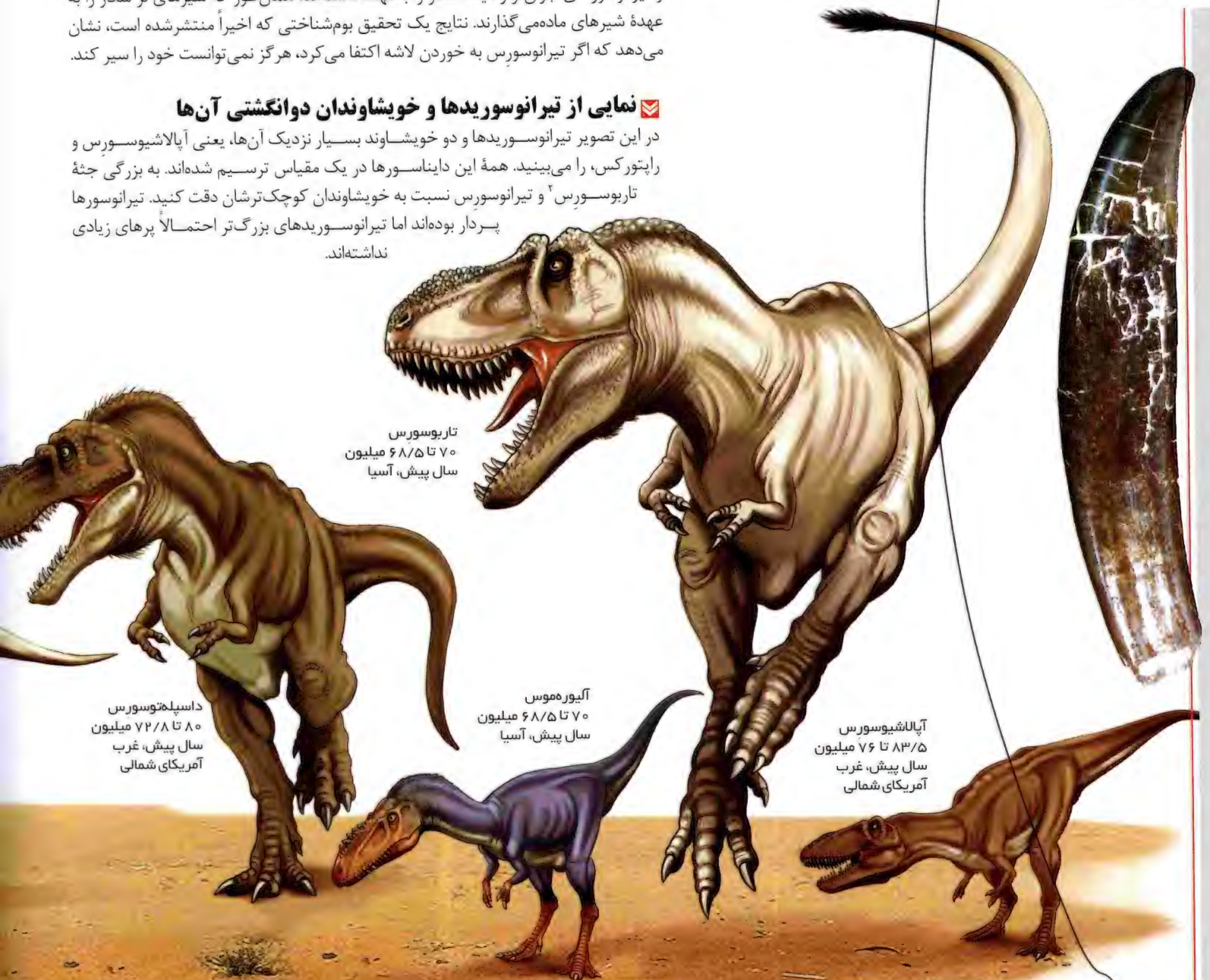
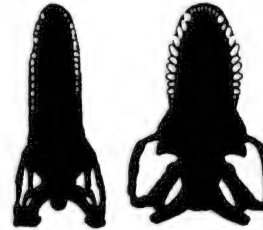
نداشتن توانایی دویدن، وجود پیاپی بویایی خیلی بزرگ (← فصل ۴۴)، که نشان‌دهنده حس بویایی فوق‌العاده است، و جثه بزرگ تیرانوسورس باعث شده که برخی تصور کنند که این داینوسور برخلاف خویشاوند دیگرش قادر به شکار نبوده است. البته ویژگی‌های دیگری چون دید دو چشمی نشان می‌دهد که این جانور احتمالاً شکارچی کمین‌کننده بوده است. تیرانوسورس برای شکار طعمه‌اش، که شامل سراتوپس‌ها و هادروسورها می‌شده است، می‌ایستاد و آن‌ها را غافل گیر می‌کرد. احتمال دیگر این است که تیرانوسورس‌ها به صورت گله‌ای زندگی می‌کرده و تیرانوسورهای جوان‌تر وظیفه شکار را به‌عهده داشته‌اند؛ همان‌طور که شیرهای نر شکار را به عهده شیرهای ماده می‌گذارند. نتایج یک تحقیق بوم‌شناختی که اخیراً منتشر شده است، نشان می‌دهد که اگر تیرانوسورس به خوردن لاشه اکتفا می‌کرد، هرگز نمی‌توانست خود را سیر کند.

نمایی از تیرانوسوریدها و خویشاوندان دوانگشتی آن‌ها

در این تصویر تیرانوسوریدها و دو خویشاوند بسیار نزدیک آن‌ها، یعنی آپالاشیوسورس و راپتورکس، را می‌بینید. همه این دایناسورها در یک مقیاس ترسیم شده‌اند. به بزرگی جثه تاروسورس^۲ و تیرانوسورس نسبت به خویشاوندان کوچک‌ترشان دقت کنید. تیرانوسورها پردار بوده‌اند اما تیرانوسوریدهای بزرگ‌تر احتمالاً پره‌های زیادی نداشته‌اند.

دندان ازدها

طول دندان‌های تیرانوسورس (با احتساب طول ریشه) به ۳۰ سانتی‌متر می‌رسید. لبه این دندان‌ها دارای دندان‌های برنده‌ای بود که هر استخوانی را (از جمله استخوان‌های تیرانوسورهای دیگر) به راحتی خرد می‌کرد. در اینجا تصویر یکی از این دندان‌ها در مقیاس یک‌چهارم اندازه واقعی‌اش دیده می‌شود. سایه کم‌رنگ این دندان، اندازه واقعی آن را نشان می‌دهد.



تاروسورس
۷۰ تا ۶۸/۵ میلیون
سال پیش، آسیا

داسیپلوتوسورس
۸۰ تا ۷۲/۸ میلیون
سال پیش، غرب
آمریکای شمالی

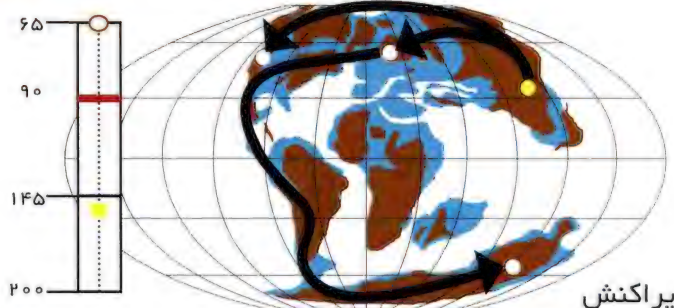
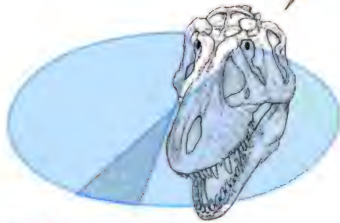
آلیورهموس
۷۰ تا ۶۸/۵ میلیون
سال پیش، آسیا

آپالاشیوسورس
۸۳/۵ تا ۷۶ میلیون
سال پیش، غرب
آمریکای شمالی



ماهیچه‌های تیرانوسورس

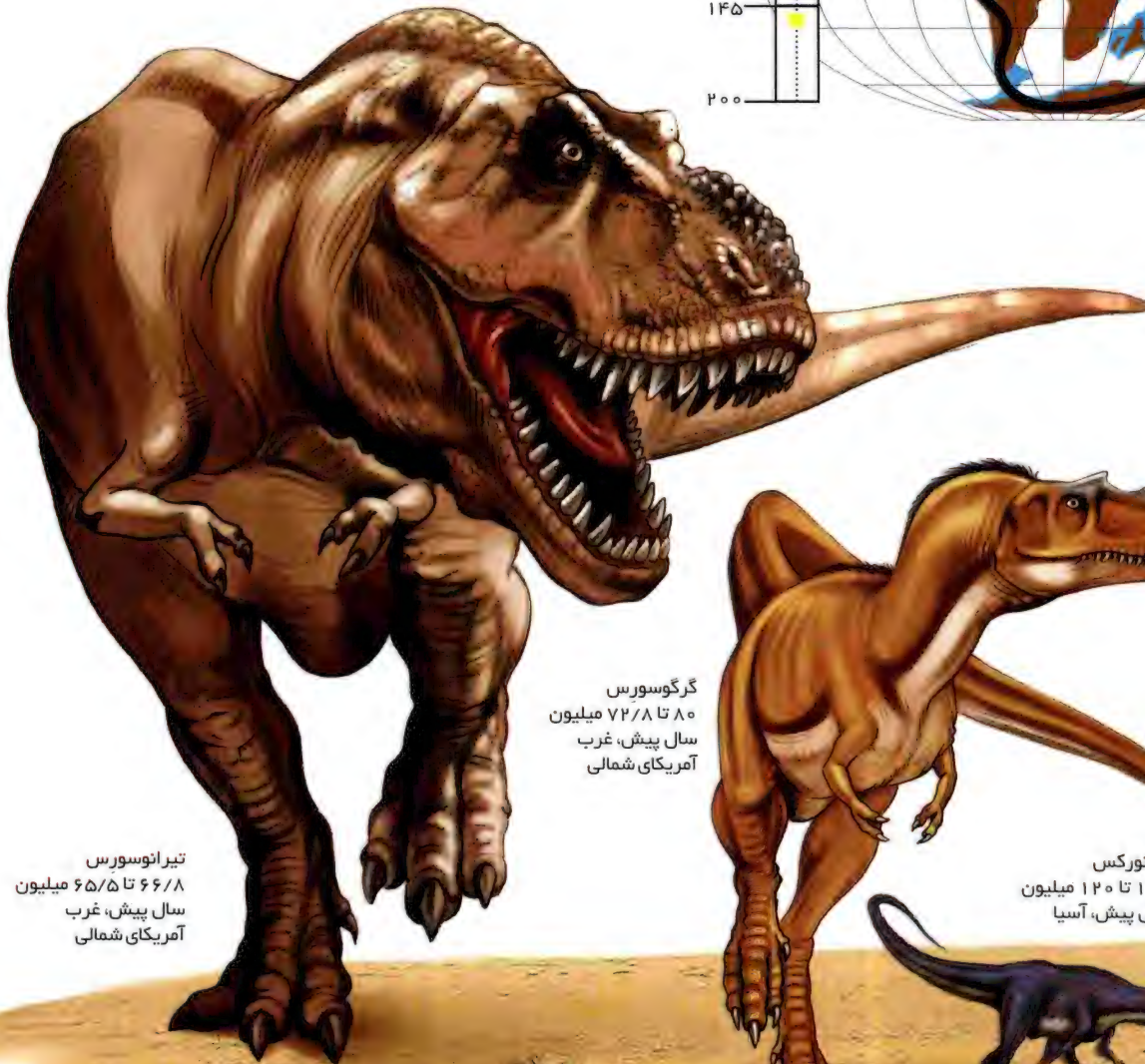
سیلوروسورها بهتر از تروپودهای دیگر می‌دویدند اما تیرانوسورس به خاطر وزن زیادش هرگز نمی‌توانست بدود؛ همان‌طور که فیل‌ها نیز نمی‌توانند بدون و در صورت نیاز، فقط سریع‌تر راهی‌روند. اگر قرار بود جانوری با این وزن بدود، باید ماهیچه‌هایی به وزن کل بدنش می‌داشت (که غیرممکن است). سرعت تیرانوسورس در راه‌رفتن سریع به میزانی بوده که اگر شما را دنبال می‌کرد، می‌توانستید با دویدن از دستش بگریزید. خوش‌بختانه این فرض را نمی‌شود امتحان کرد!



پراکنش
تیرانوسورها

چشم‌اندازها

در اغلب دایناسورهای گوشت‌خوار هر دو چشم می‌توانستند با هم به سمت جلو نگاه کنند اما در تیرانوسورس و برخی دیگر از تروپودها، هر دو چشم کاملاً به سمت جلو بودند. دید دو چشمی (مثل چشم‌های انسان و عقاب) باعث تشخیص عمق و فاصله می‌شود و بیش از همه به درد شکارچی‌ها می‌خورد که با استفاده از آن می‌توانند فاصله مناسب برای شکار را تخمین بزنند.



آلبرتوسورس
۷۲/۸ تا ۶۶/۸ میلیون
سال پیش، غرب
آمریکای شمالی

گرگوسورس
۸۰ تا ۷۲/۸ میلیون
سال پیش، غرب
آمریکای شمالی

راپتورکس
۱۲۵ تا ۱۲۰ میلیون
سال پیش، آسیا

تیرانوسورس
۶۶/۸ تا ۶۵/۵ میلیون
سال پیش، غرب
آمریکای شمالی

بیماری‌ها و آسیب‌های دایناسورها

با مطالعه بافت‌ها و دیگر آثار سنگواره‌شده از دایناسورها می‌توان به اطلاعات زیادی در مورد بیماری‌های جسمی دایناسورها، انگل‌های آن‌ها و آسیب‌هایی که در دوران زندگی به آن‌ها وارد شده‌است، دست پیدا کرد. البته نباید فراموش کرد که آثار اغلب بیماری‌ها (برای مثال سرطان کبد) در استخوان‌های دایناسورها به‌جانی ماند (یا با دانش کنونی ما امکان بررسی آن‌ها وجود ندارد) اما همین که متوجه وجود بافت‌های استخوانی دچار سرطان در دایناسورها می‌شویم، برای ما کافی است تا بدانیم که دایناسورها نیز به انواع این بیماری دچار می‌شده‌اند. برخی از شواهدی که ما را به بیماری‌های دایناسورها راهنمایی می‌کنند، عبارت‌اند از:

بافت‌های استخوانی

بافت‌های استخوانی دایناسورها می‌توانند حاوی نشانه‌های بیماری‌های چون سرطان، آرتریت و نقرس باشند. استخوان‌ها ساختارهای مرده و ثابت‌نیستند بلکه دائماً در حال بازجذب، بازسازی، بازآرایی و تغییر شکل‌اند. بسیاری از آسیب‌های استخوانی، نمونه‌هایی از ترمیم شکستگی‌ها هستند. نوع خاصی از شکستگی بسیار نادر که در اسب‌های مسابقه دیده می‌شود، در استخوان‌های ترای‌سراتوپس (← فصل ۲۱) نیز دیده شده که نشان‌دهندهٔ دویدن این دایناسورها، مانند پستانداران دونده، با سرعت زیاد است. جالب‌اینجاست که برخی از شکستگی‌های ترمیم‌یافته، در آرواره یا لگن دایناسورها گوشت‌خوار دیده شده‌اند و نکتهٔ عجیب، زنده‌ماندن این دایناسورها بدون مراقبت دام‌پزشکان است! شاید برخی دایناسورها در گله و تحت مراقبت خویشاوندان خود می‌توانسته‌اند شرایط سخت پس از زخمی شدن را طی کنند. در بسیاری از هادروسورها (← فصل ۱۷) شکستگی مهره‌های دم عارضهٔ شایعی است که احتمالاً بر اثر لگدشدن دم در میان گله‌های چندهزارتایی رخ می‌داده است. آثار شکستگی نازک‌نی در تیرانوسوریدها نیز عارضه‌ای شایع است که احتمالاً بر اثر ضربه‌های آنکیلوسورها به‌وجود می‌آمده است (← فصل ۱۴). شکستگی دنده‌ها، که در تیرانوسورها فراوان دیده می‌شود، بر اثر زمین خوردن به‌وجود می‌آمده است. دست‌های کوتاه تیرانوسورها حتی برای گرفتن ضربهٔ زمین خوردگی هم به‌دردنی‌خورده‌اند! آثار آرتریت و نقرس در برخی دایناسورها دیده شده است. گازگرفتگی (مثل گازگرفتگی صورت در تیرانوسوریدها)، که در رقابت‌های درون‌گونه‌ای رخ می‌دهد، هم عارضهٔ شایع دیگری در میان گوشت‌خواران است. نمونه‌هایی از استخوان‌های زخم‌خوردهٔ تیرانوسوریدها نشان‌دهندهٔ هم‌نوع‌خواری در میان آن‌هاست (← فصل ۳۱ و ۳۲).

بیماری پرندگان

یکی از بیماری‌های شایع در پرندگان امروزی، خورده شدن استخوان‌های آرواره توسط نوعی آغازی بیماری‌زا به نام تریکوموناس^۱ است. خویشاوندان این انگل در سایر موجودات، مثل انسان، قسمت‌های دیگری از بدن را درگیر می‌کنند. به جز پرندگان، هیچ حیوان دیگری دیده‌نشده که دچار عارضهٔ خوردگی آرواره شود. دانشمندان با بررسی خوردگی‌های متعددی که در آروارهٔ تیرانوسورها دیده می‌شود، دریافته‌اند که این خویشاوندان غول‌پیکر پرندگان امروزی، دچار بیماری مشابهی می‌شده‌اند که باعث خوردگی استخوان آرواره‌اشان می‌شده است. این بیماری مسری در اثر زندگی گله‌ای تیرانوسوریدها، خوردن گوشت شکار آلوده‌شده با دهان حیوان بیمار، گازگرفتن صورت حیوان بیمار و احتمالاً هم‌نوع‌خواری در میان تیرانوسوریدها شایع می‌شده‌است.



بیماری گوشت‌خوارها

تیرانوسورها نیز مثل انسان‌هایی که در خوردن گوشت افراط می‌کنند، به بیماری نقرس دچار می‌شوند. بالا رفتن غلظت اسید اوریک (فرآورده حاصل از سوخت و ساز پروتئین‌ها) در خون موجب رسوب بلورهای اورات در مفاصل و التهاب دردناک آن‌ها می‌شود.



تریکوموناس، عامل بیماری خوردگی آرواره در پرندگان و تیرانوسوریدها



آثار خوردگی در آرواره‌های تیرانوسورس



تیرانوسورس مبتلا به تریکوموناس

ردپاها

ردپاها یکی از بهترین نشانه‌های آسیب‌دیدگی دستگاه حرکتی دایناسورها هستند. در برخی ردپاها انگشت‌های کنده‌شده یا از شکل افتاده دیده می‌شوند. در تروپودها آسیب‌دیدگی انگشت چهارم یا بسیار معمول است. از همه جالب‌تر ردپای دایناسورهایی است که می‌لنگیدند؛ نمونه‌هایی از ردپاهای سوروپودها و تروپودهای لنگان تاکنون شناسایی شده است. این ردپاها تنها شواهد قطعی مبنی بر شباهت عمل کرد دستگاه حسی و احساس درد میان دایناسورها و حیوانات امروزی هستند.



انگل‌ها

انواع کنه‌ها، پشه‌ها و مگس‌های بسیار شبیه به انواع امروزی، در کرتاسه بالایی خون دایناسورها را می‌مکید و قطعاً ناقل بیماری‌های خطرناکی نیز بوده‌اند. نمونه‌های زیادی از این بندپایان درون کهربا حفظ شده‌اند و متخصصان با توجه به ساختار آرواره زنده و مکنده آن‌ها حدس می‌زنند که این جانوران در خوردن خون دایناسورها، مثل اطراف چشم هادروسورها یا پوست زیر یقه سراتوپس‌ها، تخصص داشته‌اند. انگل‌های داخلی هم گاهی عوارض شدیدی مثل خوردگی استخوان ایجاد می‌کرده‌اند که آثار آن در بعضی بافت‌های استخوانی به جا مانده است (مثل بیماری خوردگی آرواره در تیرانوسوریدها). در نمونه دیگری که اخیراً کشف شده است، در محتویات روده یک هادروسور آثار انگل‌هایی مثل کرم‌های حلقوی و نماتودهای امروزی مشاهده می‌شود.



زوائد پوستی

نمونه‌هایی از تخم‌های کنه‌های پرندگان امروزی روی سنگواره‌های پر به جا مانده از دایناسورها حفظ شده است که نشان می‌دهد این انگل‌ها مدت‌ها پیش از ظهور نخستین پرندگان، روی پرهای نیاکان آن‌ها در گشت‌وگذار بوده‌اند.



شیش در دوره دایناسورها

این سنگواره جالب از یک شیش مربوط به کرتاسه پایینی است. این حشره در آن زمان میان پرهای دایناسورها زندگی می‌کرده است.



مهره‌های جوش خورده

دو مهره کاملاً جوش خورده به هم در دم یک هادروسور، از زخمی باستانی پرده‌برمی‌دارند. علت این زخم، رشد سرطانی بافت استخوانی بوده و برای صاحب درد و رنج فراوانی ایجاد می‌کرده است.



تیرانوسورهای ممنوع‌خوار

وجود این خراشیدگی‌ها روی استخوان‌های تیرانوسوریدها نشان می‌دهد که صاحب استخوان را یک تیرانوسور دیگر خورده است. این نمونه و نیز آثار مشابه روی استخوان‌های ماجونگاسورس († قفسه ۳۲) از معدود نمونه‌های نشان‌دهنده ممنوع‌خواری در دایناسورهاست.

تخم انگل‌های پر

این پر سنگواره‌شده حاوی تخم همان کنه‌هایی است که امروز هم میان پر پرندگان دیده می‌شوند.



اورنیتومایموسورها^۱، این دایناسورهای پرنده‌مانند و گیاه‌خوار، از جالب‌ترین تبارهای سیلوروسورها هستند. ظاهر گردن‌دراز آن‌ها و شیوه زندگی‌شان کمابیش یادآور شترمرغ‌هاست. شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد اغلب آن‌ها گیاه‌خوار بوده‌اند؛ گرچه برخی نمونه‌های ابتدایی احتمالا ماهی‌خواری می‌کرده‌اند. به جز چند نمونه ابتدایی، هیچ کدام از اورنیتومایموسورها دندان نداشته‌اند.

پیدایش و تکامل اورنیتومایموسورها

ابتدایی‌ترین اورنیتومایموسور شناخته‌شده پلیکانی‌مایموس^۲ نام دارد. این اورنیتومایموسور ابتدایی، که ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در اروپا می‌زیست، تنها ۱/۸ متر طول و ۳۰ کیلوگرم وزن داشت. در دهان این دایناسور ۲۲۰ دندان بسیار کوچک وجود داشتند که احتمالا برای تغذیه از گیاهان آبی به کار می‌رفتند. زیرآرواره و گردن این دایناسور، درست مثل پلیکان‌های امروزی، کیسه‌ای پوستی قرار داشت که به‌نظر می‌رسد برای نگه‌داشتن ماهی یا آبیان کوچک بوده‌است. ویژگی‌های مشترک پلیکانی‌مایموس و دیگر اورنیتومایموسورها داشتن سرهای کوچک، گردن‌های بلند و هم‌اندازه بودن استخوان‌های کف دست بوده است. انواع بعدی اورنیتومایموسورها تنها در آسیا زندگی می‌کرده و بزرگ‌تر بودند. داینوکایروس^۳، که تنها دست‌هایش کشف شده‌اند، می‌بایست اورنیتومایموسوری ۱۲ متری بوده‌باشد و بیش‌از ۴۰۰ کیلوگرم وزن داشته‌باشد. حدود ۷ متر طول داشته‌است. طول برخی مثل شترسورس^۵ نیز تنها ۲ متر بوده است. در مسیر تکامل اورنیتومایموسورها حرکتی به سمت از دست‌دادن دندان‌ها و پرچ‌شدن استخوان‌های کشیده کف پا به یکدیگر، دیده می‌شود. خانواده اورنیتومایمیدها^۶، که تنها در کرتاسه بالایی ظاهر شدند، کاملا

بی‌دندان بودند و استخوان‌های کف پایشان (مثل برخی تیرانوسورها: **فصل ۳۷**، برخی آلواریسورها: **فصل ۴۱**، برخی اوی‌راپتوروسورها: **فصل ۴۲** و برخی تروئودونتیدها: **فصل ۴۴**) به هم پرچ‌شده بود. برخلاف اورنیتومایموسورها، ابتدایی، خانواده اورنیتومایمیدها به جز آسیا، به غرب آمریکای شمالی نیز رفته بودند و اغلب ۳ تا ۶ متر طول داشتند. پیداشدن بقایای گیاهان درون شکم این دایناسورها بهترین دلیل برای گیاه‌خوار بودن آن‌هاست؛ گیاه‌خواری که در گله‌های کوچک و بزرگ در آسیا و آمریکای شمالی می‌چریدند.

جمع‌ه و ماهیچه‌های گالی‌مایموس^۷

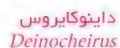
این دایناسورهای دهنده ماهیچه‌های قدرتمندی در پاهای کشیده خود داشتند که به آن‌ها کمک می‌کرد بتوانند با سرعت زیاد بدوند. طول زیاد استخوان تهیگاهی نشان‌دهنده گستردگی ماهیچه‌های ران است. جمجمه گالی‌مایموس و دیگر اورنیتومایمیدها کاملا بی‌دندان بوده است. به چشم‌های بزرگ و شکل پوزه دقت کنید. روی پوزه را منقاری از جنس شاخ می‌پوشانده است.



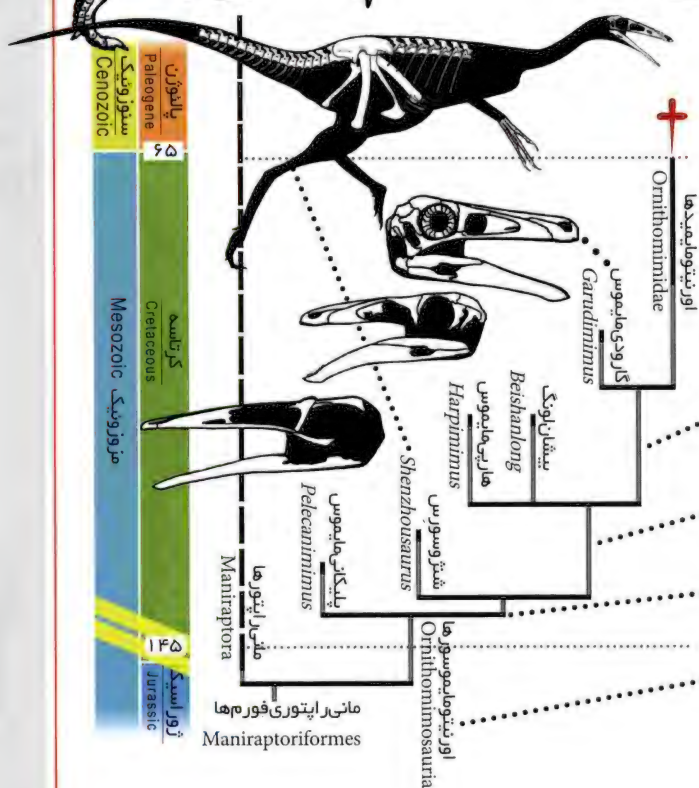
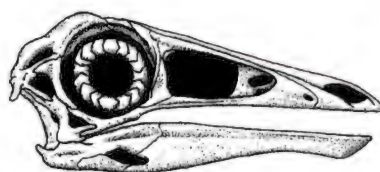
گالی‌مایموس‌ها در حال فرار

یک تارپوسورس جوان در درخت‌زاری در مغولستان ۶۸ میلیون سال پیش، یک جفت گالی‌مایموس را دنبال کرده است. محل زندگی این دایناسورها درخت‌زارهای چهارفصل این‌چنینی بوده‌است. گالی‌مایموس با ۶ متر طول و نیم تن وزن یکی از بزرگ‌ترین اورنیتومایموسورهاست.





پراگنش
اور نیتوما ایموسورہا



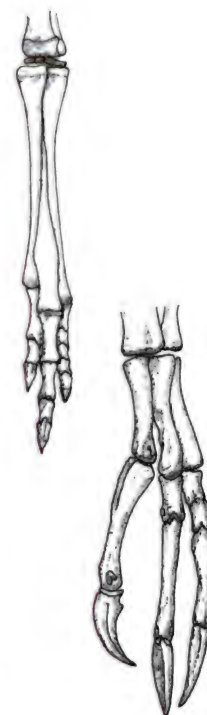
پرچشیدن استخوان‌های کف پا در هم، از بین رفتن خمیدگی بندهای انگشتان پا، از دست دادن انگشت نخست پا (انگشت کوچکی که پشت پا قرار دارد)

- از دست دادن دندان‌های آرواره پایینی

• خم شدن استخوان دندانی (آرواره پایینی)

از دست دادن دندان‌های آرواره بالایی.

کوچکتر شدن جمجمه، کوچک شدن دندان‌ها، گردن دراز، هم‌اندازه شدن طول استخوان‌های کف دست





مانی راپتورها دست‌های دراز و بال‌های کوتاه

مانی راپتورها^۱ مهم‌ترین زیرگروه سیلوروسورها هستند. ساختار مچ دست مانی راپتورها آزادی حرکت زیادی به دست‌های آن‌ها می‌داد. همین نکته باعث موفقیت بیشتر آن‌ها شد؛ به طوری که انواع مختلفی از مانی راپتورها با شکل‌های مختلف دست ظاهر شدند: مانی راپتورهایی با ناخن‌های بلند داسی‌شکل، مانی راپتورهایی با دستان کوتاه حفرکننده، مانی راپتورهایی با دست‌های قاپ‌زننده و مانی راپتورهایی با دست‌های پردار که در میان شاخه‌های درختان به این سو و آن سو می‌پريدند.

تنوع و تکامل مانی راپتورها

اورنیتولستیز^۲ یکی از ابتدایی‌ترین مانی راپتورهای شناخته شده است. تروپودی دو متری با دندان‌هایی تیز و دستانی بلند که برای گرفتن شکارهای کوچک تطابق یافته بودند. مانی راپتورها به جز اورنیتولستیز، شامل دست‌کم چهار گروه دیگر از سیلوروسورها^۳ و نیم قدند: تریزینوسورها^۴ گیاه‌خوارانی با بدن‌های متوسط تا خیلی بزرگ که از ناخن‌های بزرگ دست‌هایشان برای کندن گیاهان استفاده می‌کردند (درست مثل سورپودومورف‌های ابتدایی: **فصل ۲۳**)؛ آلوارزسورها^۵ حشره‌خوارانی کوچک و پرنده‌مانند با دست‌های کوتاه و یک انگشت بزرگ؛ اوی راپتوروسورها^۶ گیاه‌خواران و همه‌چیزخوارانی بسیار پرنده‌مانند، و یومانی راپتورها^۷ که در ابتدایی‌ترین حالت قادر به پرواز با دست‌های پردار کشیده خود بودند، اما گروه‌های متعددی از شکارچیان بزرگ ناتوان از پرواز و البته توانا در شکار از تبار آن‌ها تکامل یافتند. پرنده‌گان امروزی یکی از زیرگروه‌های یومانی راپتورها هستند.

ویژگی‌های مشترک مانی راپتورها

اورنیتولستیز و مانی راپتورهای بعدی در داشتن همین نوع خاص از مفصل مچ همانند بودند: دو تا از استخوان‌های مچ دست در این تروپودها به هم جوش می‌خورند و استخوان بزرگ و گردی به نام استخوان هلالی^۷ را تشکیل می‌دهند. این استخوان باعث می‌شود مچ دست زاویه بازتری برای حرکت داشته باشد. همین نکته مقدمه تکامل گروه‌های متنوعی از مانی راپتورها شد. برخی مانی راپتورها ویژگی‌های مشترک دیگری نیز داشته‌اند که به‌درستی مشخص نیست در نیای مشترک همه آن‌ها وجود داشته یا جداگانه در گروه‌های مختلف ظاهر شده است. برگشتن استخوان شرمگاهی به سمت عقب (درست مثل اورنی‌تیسکین‌ها: **فصل ۱۱**) نمونه‌ای از این موارد است. در آلوارزسورها، تریزینوسورها و یومانی راپتورها (از جمله پرنده‌گان امروزی) این استخوان به سمت عقب برگشته است. در حالی که در ابتدایی‌ترین نمونه‌های شناخته‌شده از آلوارزسورها و تریزینوسورها، همین‌طور برخی یومانی راپتورها و نیز اوی راپتوروسورها استخوان شرمگاهی به سمت جلو آمده است. ظاهراً به عقب رفتن استخوان شرمگاهی و موازی شدن آن با استخوان نشیمنگاهی در اورنی‌تیسکین‌ها و تریزینوسورها به دلیل افزایش حجم روده‌های این گیاه‌خواران بوده، اما در آلوارزسورها و یومانی راپتورها، کوتاه‌شدن دم و اهمیت یافتن بیشتر ماهیچه‌های حرکت‌دهنده زانو باعث به عقب رفتن این استخوان شده است. در فصل‌های آینده در این مورد بیشتر صحبت می‌کنیم.

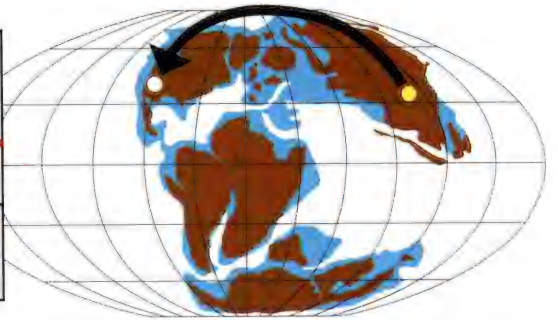
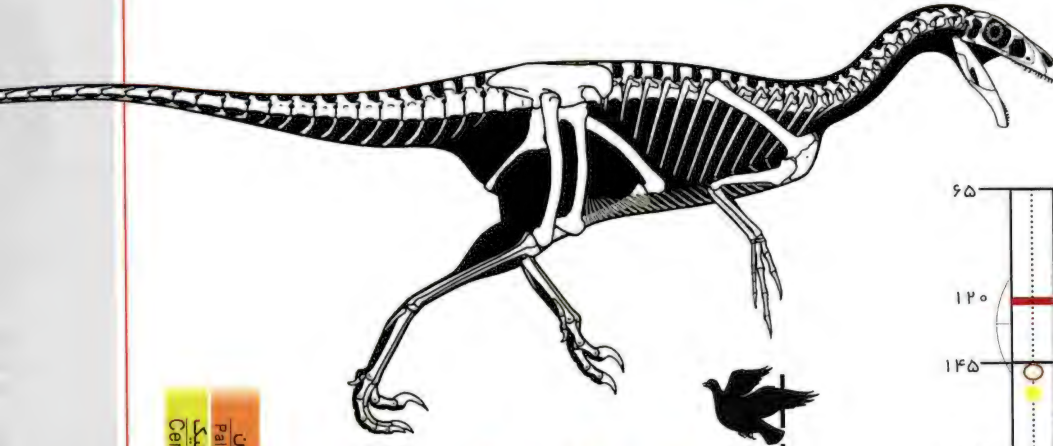
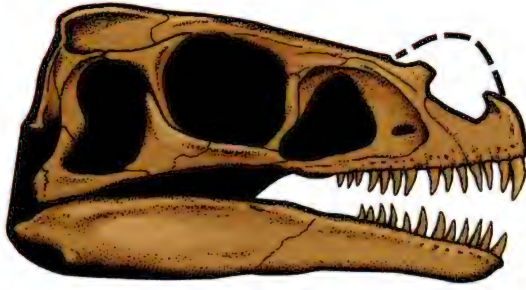


اورنیتولستیز

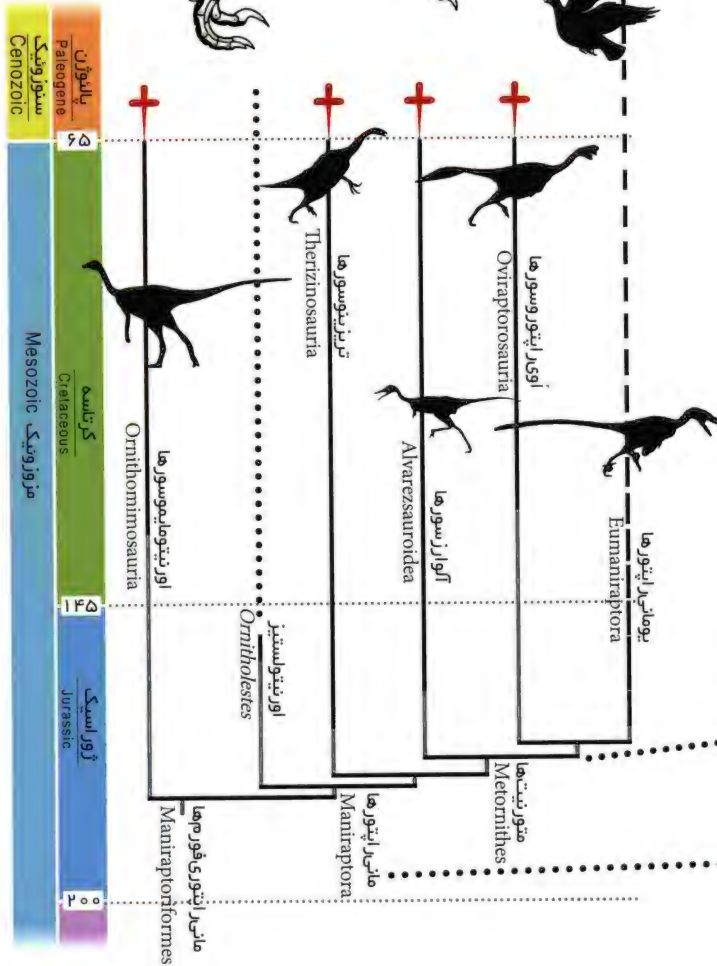
این شکارچی کوچک دایناسوری دیگر را صید کرده و مثل پلنگ او را به بالای درخت کشیده است تا بخورد. اورنیتولستیز ۲ متر طول داشت و وزنش به ۱۳ کیلوگرم می‌رسید. این دایناسور ۱۵۵ تا ۱۵۰ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست.

«جمجمه اورنیتولستیز»

مشخص نیست که روی بینی این دایناسور شاخ وجود داشته است یا نه، اما به هر حال، برخی محققان از قسمت شکسته بینی این دایناسور چنین تصویری دارند. بعضی نیز این دایناسور را یک تیرانوسور ابتدایی می‌دانند. آیا می‌توانید با توجه به شکل دندان‌های این دایناسور نشان دهید که اورنیتولستیز، تیرانوسور نبوده است؟



پراکنش نخستین
مانی‌راپتورها



استخوان‌های کتف و
غرابی و مفصل استخوان
بازو



بزرگ‌تر شدن مغز، رو
کردن مفصل بازو و کتف
به دو طرف، پیدایش
شاه‌پای بال و دم

دست‌های بلند، استخوان
هلالی در مچ دست،
بزرگ‌تر شدن جناغ و
ماه‌چپه‌های جمع‌کننده بازو



استخوان هلالی
در مچ دست
اورنیتولستیز

تیریزینوسورها تنبل‌های گنده‌پرداز!

تا اواخر قرن بیستم در مورد تیریزینوسورها^۱ تقریباً هیچ چیز نمی‌دانستیم. شباهت ظاهری آن‌ها به سوروپودومورف‌های ابتدایی (به اصطلاح پروسوروپودها؛ ← فصل ۲۳) و اورنی‌تیسکین‌ها باعث شده بود که کسی متوجه صفات بارز تروپودها در این دایناسورها نشود! با کشف سنگواره^۲ یک تیریزینوسور پرداز، ناگهان ماهیت این دایناسورها به عنوان تروپودهایی بسیار نزدیک به پرندگان تأیید شد؛ اما این بار به عنوان تروپودهایی که خوردن گیاهان را ترجیح می‌دادند (مانند سوروپودومورف‌ها و اورنی‌تیسکین‌ها) و هیكل‌های بزرگشان هم در اثر تغذیه از گیاهان تا آن حد رشد کرده بود.

فالکاریوس^۳

ابتدایی‌ترین تیریزینوسور شناخته شده، که برخلاف خویشاوندانش پاهای نسبتاً بلندتری داشت و انگشت نخست پایش کوچک بود (درست مثل بقیه تروپودها). فالکاریوس ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیست و ۴ متر طول و ۱۰۰ کیلوگرم وزن داشت.

معمای تیریزینوسورها

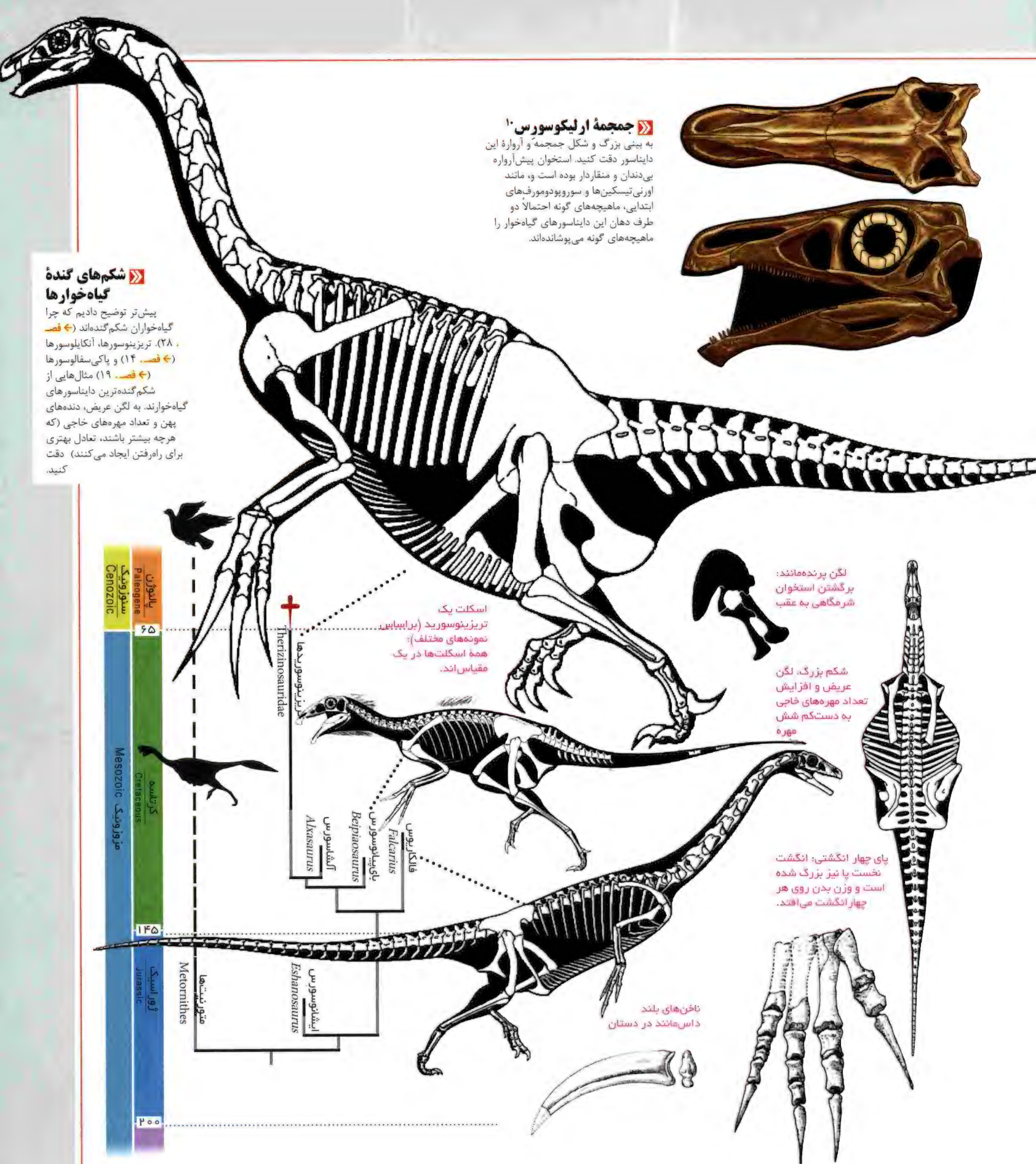
وقتی نخستین بار ناخن‌های داس‌مانند و ۹۰ سانتی‌متری تیریزینوسور^۴ در مغولستان کشف شد، دانشمندان تصور کردند که با یک لاک‌پشت غول‌پیکر سروکار دارند اما اطلاعات زیادی در مورد این «لاک‌پشت» نداشتند. سگنوسور^۵ نمونه بعدی این تبار بود که سنگواره‌اش در مغولستان نصیب دانشمندان می‌شد. خصوصیات استخوان‌شناسی عجیب سگنوسور دانشمندان را باز هم به حیرت واداشت. آخرین چیزی که آن‌ها در مورد سگنوسور تصور می‌کردند، تصویری است که امروزه ما از تیریزینوسورها داریم. بسیاری از دانشمندان تصور می‌کردند که سگنوسور باید «حلقه گم‌شده» تکامل اورنی‌تیسکین‌ها از سوروپودومورف‌ها باشد! تیریزینوسورهای بعدی و بعدی هم به مرور کشف می‌شدند اما دانشمندان به سختی می‌توانستند در مورد خویشاوندی آن‌ها با هم یا با گروه‌های دیگر دایناسورها اظهار نظر کنند؛ زیرا سنگواره‌های کشف شده آن قدر ناقص بودند که قسمت‌های مشابه کمی در میان آن‌ها دیده می‌شد. تا مدت‌ها تعداد زیادی سنگواره تیریزینوسور در آسیا کشف می‌شدند، بی‌این‌که به درستی شناسایی شوند، تا سرانجام با کشف آلساسور^۶، که نمونه نسبتاً کامل تری بود، معما حل شد. آلساسور^۷ دو نکته را برای دانشمندان مشخص کرد: (۱) تیریزینوسور (همان لاک‌پشت فرضی)، سگنوسور، آلساسور و دیگر نمونه‌ها متعلق به یک تبار و خویشاوندان نزدیک یکدیگر هستند و (۲) این تبار، زیرمجموعه سوریسکین‌ها و احتمالاً تروپودهاست. البته حتی پس از این کشف هم عده زیادی به همان فرضیه «حلقه گم‌شده» میان سوروپودومورف‌ها و اورنی‌تیسکین‌ها فکر می‌کردند اما همه این حرف‌ها با کشف سنگواره پرداز بای‌پیانوسور^۸ پایان یافت. در اواخر قرن بیستم، دانشمندان با سنگواره تعداد زیادی سیلوروسور پرداز روبه‌رو شدند و به این ترتیب، تصویر ذهنی آن‌ها از این دایناسورها به شدت تغییر کرد. در آن زمان کسی انتظار نداشت که یک دایناسور پرداز جزء سوروپودومورف‌ها یا اورنی‌تیسکین‌ها باشد (گرچه بعدها دیدیم که اورنی‌تیسکین‌ها نیز پرداشته‌اند! ← فصل ۱۱). بنابراین، همه پذیرفتند که این دایناسورهای گیاه‌خوار شکم‌گنده از تبار سیلوروسورها هستند. پس از کشف فالکاریوس و ناترونیوکوس^۹، یعنی نخستین تیریزینوسورها از آمریکای شمالی پژوهشگران دریافتند که تیریزینوسورها در آمریکای شمالی نیز حضور داشته‌اند (و شاید همان‌جا هم پیدا شده باشند).



ویژگی‌ها و تکامل تیریزینوسورها

قدیمی‌ترین تیریزینوسور شناخته شده، ایشانوسور^{۱۰} از چین با ۱۹۹ میلیون سال قدمت، قدیمی‌ترین سیلوروسور شناخته شده نیز محسوب می‌شود. البته تنها آرواره این دایناسور کشف شده است و بسیاری تصور می‌کنند که شاید ایشانوسور یک سوروپودومورف بوده باشد. مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک تیریزینوسورها سرهای کوچک و گردن‌های دراز آن‌هاست. در همه آن‌ها به جز فالکاریوس، ناخن‌های بزرگ دستان، به عقب برگشتن استخوان شرمگاهی و بزرگ شدن انگشت نخست پا (که در نیای مشترک تروپودها خیلی کوچک شده و به پشت پا رفته بود) دیده می‌شود. این دایناسورها دندان‌هایی با دندان‌های برگ‌مانند (شبیه سوروپودومورف‌های ابتدایی) و منقاری شاخی (شبیه اورنی‌تیسکین‌ها) داشتند. شکم بزرگ و به عقب برگشتن استخوان شرمگاهی و بسیاری ویژگی‌های دیگر هم نشان می‌دهد که آن‌ها گیاه‌خوار بوده‌اند. همه تیریزینوسورها، به جز چند نمونه ابتدایی، جزء خانواده تیریزینوسوریدا^{۱۱} رده‌بندی می‌شوند.





جمجمه ارلیکوسورس

به بینی بزرگ و شکل جمجمه و آرواره این دایناسور دقت کنید. استخوان پیش آرواره بی دندان و منقاردار بوده است و مانند اورنی تیسکین ها و سوروپودومورف های ابتدایی، ماهیچه های گونه احتمالاً دو طرف دهان این دایناسورهای گیاهخوار را ماهیچه های گونه می پوشانده اند.

شکم های گنده

گیاهخوارها

پیش تر توضیح دادیم که چرا گیاهخواران شکم گنده اند (فصل ۲۸). تریزینوسورها، آنکایلوسورها (فصل ۱۴) و پاکسی سفالوسورها (فصل ۱۹) مثال هایی از شکم گنده ترین دایناسورهای گیاهخوارند. به لگن عریض، دنده های پهن و تعداد مهره های خاجی (که هرچه بیشتر باشند، تعادل بهتری برای راه رفتن ایجاد می کنند) دقت کنید.

لگن پرنده مانند: برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب

شکم بزرگ، لگن عریض و افزایش تعداد مهره های خاجی به دست کم شش مهره

پای چهار انگشتی: انگشت نخست پا نیز بزرگ شده است و وزن بدن روی هر چهار انگشت می افتد.

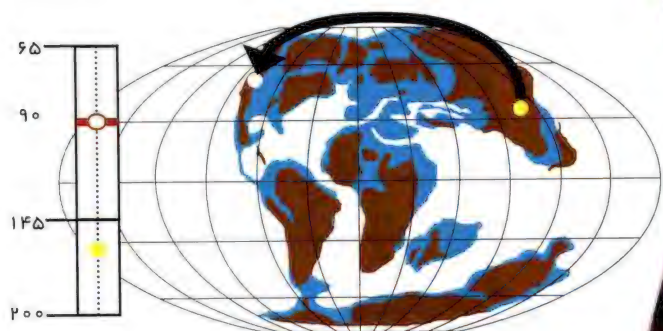
ناخن های بلند داس مانند در دستان

» پره‌های تریزینوسورها

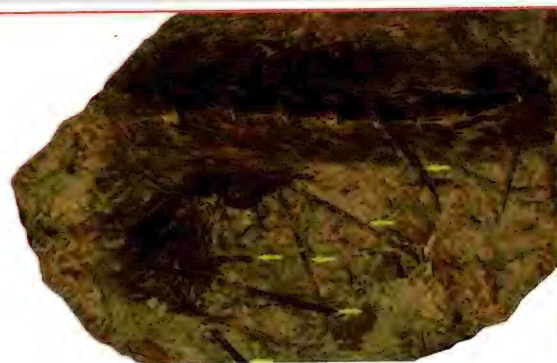
بای پیائوسورس، یک تریزینوسور ابتدایی و کوچک بود. این دایناسور که کمتر از ۲ متر طول داشت و وزنش تنها ۴۰ کیلوگرم بود، ۱۲۵-۱۲۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. نکته جالب در مورد این تریزینوسور، حفظ شدن پره‌هایش در میان سنگواره است. به نظر می‌رسد که این مانی‌راپتورهای اولیه شاه‌پره‌های واقعی نداشته‌اند اما پوششی از پره‌های اولیه بلند سطح بدن آن‌ها را می‌پوشانده است. نکته عجیب دیگر، وجود ساختاری دنباله‌مانند در این دایناسور است. چند مهره انتهایی دم در پرندگان و برخی مانی‌راپتورها (مثل بای پیائوسورس) طوری به هم جوش خورده‌اند که ساختاری مستحکم برای حمایت از شاه‌پره‌های نمایشی انتهایی دم ایجاد می‌کنند. آیا تریزینوسورها شاه‌پر هم داشته‌اند؟ فعلاً کسی نمی‌داند!

» تنبل‌هایی از تبار دایناسورها

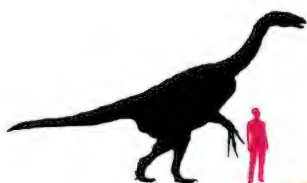
تریزینوسوریدها با ناخن‌های داسی شکل بزرگ و عادت گیاه‌خواری، بیش از هر چیز یادآور گروهی از پستانداران بی‌دندان به نام تنبل‌ها هستند. البته دلیل شباهت تریزینوسورها و تنبل‌ها «تکامل هم‌گرا» است (← فصل ۳۴) و ارتباط مستقیم تکاملی میان آن‌ها وجود ندارد. تریزینوسورها، که گاهی تا ۱۰ متر رشد می‌کرده‌اند، به راحتی می‌توانستند در برابر حمله شکارچسانی مثل تیرانوسورها (← فصل ۳۷) از خود دفاع کنند. در حقیقت، یک ضربه دست تریزینوسورس کافی بود تا مجسمه بزرگ تارپوسورس از هم بدرد. با وجود این، بعید است که تریزینوسورها هم مثل تنبل‌های امروزی، حیواناتی کند و احمق بوده باشند. تریزینوسورها خویشاوند نزدیک پرنده‌ها هستند؛ جانورانی با سوخت‌وساز بالاتر از پستانداران.



پراکنش تریزینوسورها



استخوان‌های دست
تریزینوسورس



ویژگی‌های مشترک سیلوروسورهای گیاه‌خوار

گیاه‌خواری چندین بار در گروه‌های مختلف دایناسورها تکامل یافت. سالی سوریدها، اورنی‌تیسکین‌ها، سوروپودومورف‌ها آمدند و با انقراض هر گروه از اورنی‌تیسکین‌ها و سوروپودومورف‌ها، به‌سرعت گروهی از تروپودها جای‌گزین آن‌ها شدند. سرزمین آسیا در کرتاسه بالایی به‌جز چند اورنیتوپود غول‌پیکر (فصل ۱۷)، تعدادی تایتانوسور (فصل ۲۸)، برخی سراتوپس‌ها (فصل ۲۰)، پاکی‌سفالوسورها (فصل ۱۹) و آنکیلوسورها (فصل ۱۴)، شاهد حضور طیف وسیعی از تروپودهای گیاه‌خوار هم بود. پرندگان (فصل ۴۷-۴۸) به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های تروپودها چندین تبار گیاه‌خوار یا دانه‌دار - میوه‌خوار را شامل می‌شوند. از دست‌دادن دندان‌ها در پرندگان بر اثر همین نوع تغذیه رخ داده است و البته پرندگان تنها تروپودهای گیاه‌خوار نبودند (فصل ۳۲، ۳۸، ۴۰ و ۴۲).

منقار، کارآمدترین ابزار گیاه‌خواران

حتی منقارهای قوی و تیز طولی‌ها هم بیشتر به درد گیاه‌خواری می‌خورد تا گوشت‌خواری. همان‌طور که در این شکل می‌بینید، طولی به کمک زبان بزرگ و منقارش، دانه‌های سخت را به راحتی باز می‌کند و مغز آن‌ها را می‌خورد.



بی‌دندان شدن نوک آرواره بالا



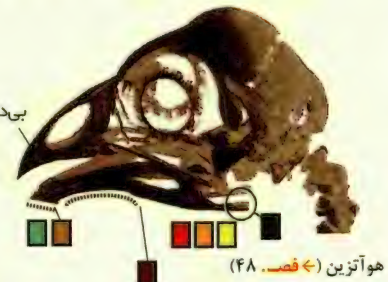
اورنیتومایموس (فصل ۳۸)

دندان‌های ناهم‌شکل، بلندتر بودن دندان‌های پیشین



این‌سیزی‌ورس (فصل ۴۲)

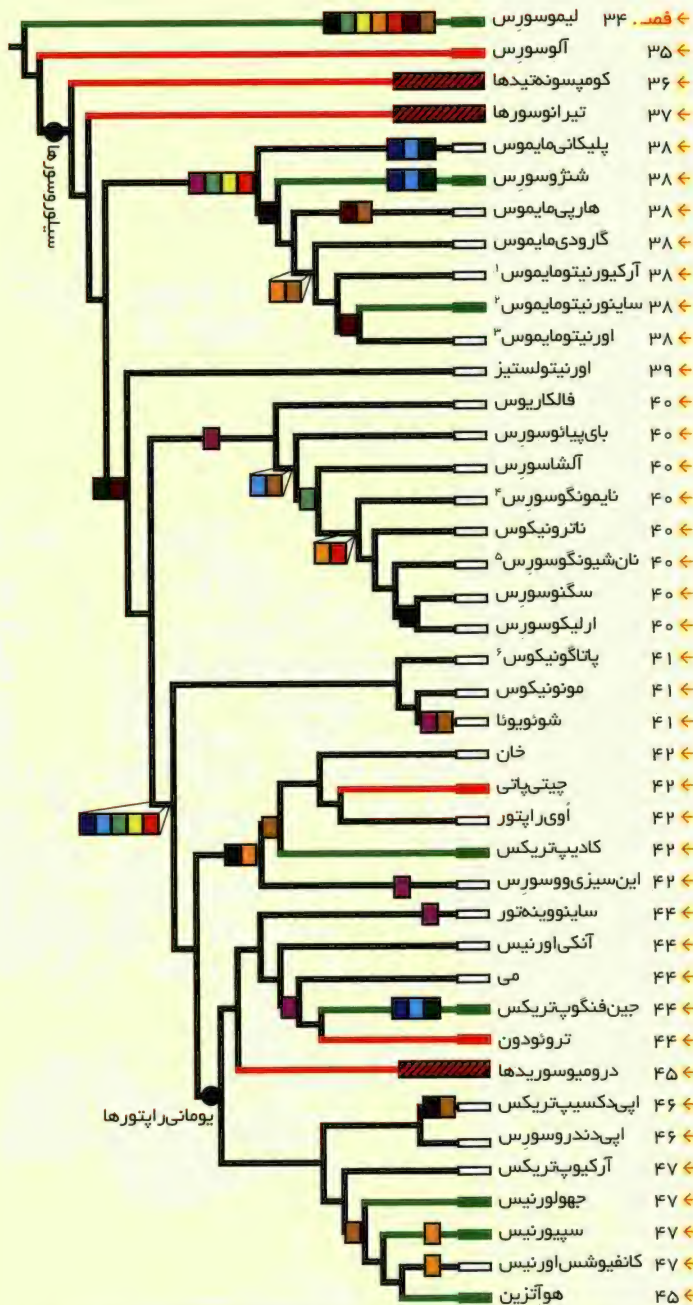
بی‌دندان شدن نوک آرواره بالا



هوآتزین (فصل ۴۸)

ویژگی‌های مشترک سیلوروسورهای گیاه‌خوار

در این تصویر، تعدادی از مهم‌ترین ویژگی‌های سیلوروسورهای گیاه‌خوار روی نمونه‌های به‌دست آمده مشخص شده است. نشانه‌های رنگی در راهنمای سمت چپ همین صفحه معنی شده‌اند.



وجودشاهد مستقیم بر نوع تغذیه		گیاه‌خواری	گوشت‌خواری
خمیدگی نوک آرواره به پایین	شکل مخروطی دندان‌های پیشین		
مقعر بودن لبه زیرین آرواره	دندان‌ها شکل متقارن دارند		
آرواره بی‌دندان	از دست‌دادن شکل خنجر دندان‌ها		
بی‌دندانی جلو آرواره	دندان‌های ریز و چسبیده به هم		
بی‌دندانی عقب آرواره	جابه‌جا شدن مفصل آرواره		
تیز بودن نوک آرواره	شواهد استخوان‌شناسی گیاه‌خواری		

بررسی دقیق مجسمه سیلوروسورها نشان می‌دهد که بیشتر مانای راپتوری فورم‌ها همین ویژگی‌ها را داشته‌اند و جز چند تبار استثنایی، اغلب گیاه‌خوار بوده‌اند! در این نمودار منظور از «آرواره»، آرواره پایین است.

آلوارزسورها مورچه خورهای یک انگشتی

آلوارزسورها^۱ یکی از آخرین گروه‌های سیلوروسورها هستند که دانشمندان در مورد آن‌ها اطلاعاتی کسب کرده‌اند. البته دانشمندان از یکی دو دهه پیش می‌دانستند که این جانوران وجود داشته‌اند اما اغلب تصویری کردند که آن‌ها گروهی از پرندگان بدون پرواز دوره کرتاسه بوده‌اند. تنها بررسی‌های دقیق استخوان‌شناسی و درخت‌های تکاملی نشان داد که آلوارزسورها شاخه مهمی از تکامل مانی‌راپتورها هستند. البته پرندگان نیز یکی از شاخه‌های مانی‌راپتورها هستند اما آلوارزسورها از تبار پرنده‌ها نبوده‌اند. جالب است که ظاهر آن‌ها فوق‌العاده به پرنده‌ها شبیه شده بود که شاید این امر به دلیل شیوه دویدن پرنده‌مانند آن‌ها باشد اما تغذیه کردن از حشرات، باعث تکامل هم‌گرا میان آن‌ها و بسیاری پستانداران حشره‌خوار، به‌ویژه مورچه‌خوارها، شده بود (← فصل ۳۴).

تکامل آلوارزسورها

یکی از دلایل سربهمهر بودن راز آلوارزسورها برای ما، این بود که نمی‌دانستیم چطور ممکن است یک مانی‌راپتور به چنین حیوانات عجیبی تبدیل شود. دایناسورهایی کوچک با سر پرنده‌مانند و تعداد زیادی دندان‌های کوچک، دست‌های کوچک با یک انگشت بزرگ و دو انگشت تحلیل‌رفته، و پا‌های دهنده و لگن پرنده‌مانند (برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب). ما در مورد تکامل این موجودات عجیب اطلاعاتی نداشتیم تا اینکه هاپلوکایروس^۲ از دل صخره‌های چین بیرون آورده شد! هاپلوکایروس ابتدایی‌ترین آلوارزسور شناخته شده بود که بسیاری از این ویژگی‌ها را نداشت؛ به جز انگشت درشتی در دست و چند مورد دیگر که نشان می‌داد درحقیقت با یک آلوارزسور خیلی ابتدایی سروکار داریم. چندین میلیون سال پس از هاپلوکایروس به خانواده آلوارزسوریدها^۳ می‌رسیم که دست‌هایی کوچک اما قوی،



تکامل هم‌گرا با پستانداران حشره‌خوار

این مورچه‌خوار ابریشمی^۴ نیم‌وجبی با نام علمی سایکلپس^۵ امروزه در آمریکای جنوبی و مرکزی زندگی می‌کند. به شکل سر و دست‌های این موجود توجه کنید!

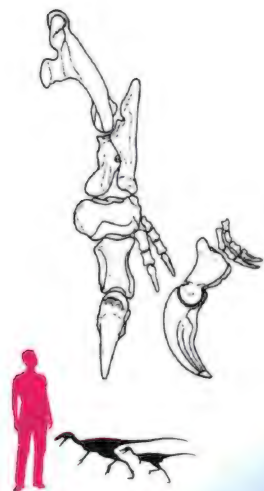
و پاهایی دهنده داشته‌اند. در برخی آلوارزسوریدها حتی استخوان‌های کف پا در هم پرچ شده بودند که نشان‌دهنده دهنده بودن این جانوران است (← فصل ۳۸). جالب اینکه آلوارزسوریدها در آسیا پیدا شدند و به آمریکای شمالی هم رفتند اما آثار آن‌ها به جز این دو قاره، در آمریکای جنوبی نیز کشف شده است. شاید سراتوسورها^۶ با دست‌های کوچک و ضعیفشان نمی‌توانستند مورچه‌خوارهای خوبی شوند؛ بنابراین، آلوارزسورهای آمریکای جنوبی بسیار موفق بودند. آلوارزسورین‌ها^۷ ساکن آمریکای جنوبی و پاری کرسیرین‌ها^۸ ساکنان آمریکای شمالی و آسیا بودند. همه آن‌ها لگن‌هایی پرنده‌مانند داشتند اما پرچ‌شدن استخوان‌های کف پا تنها در پاری کرسیرین‌ها دیده می‌شود.

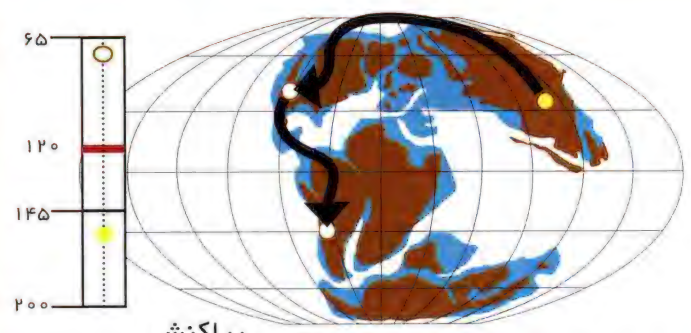
هاپلوکایروس

ابتدایی‌ترین آلوارزسور شناخته‌شده، سیلوروسوری با ظاهر معمولی با دو متر طول و ۲۵ کیلوگرم وزن است که ۱۶۱ تا ۱۵۵ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست و از حشرات تغذیه می‌کرد. شست بزرگ این دایناسور وسیله کندن پوست درختان و خراب کردن لانه حشرات بود.

مونونیکوس

در میان آلوارزسوریدها، مونونیکوس با ۹۰ سانتی‌متر طول، یکی از بزرگ‌ترین‌ها محسوب می‌شود. این دایناسور ۳/۵ کیلوگرمی ۸۵ تا ۷۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. به شکل دستان مونونیکوس توجه کنید.



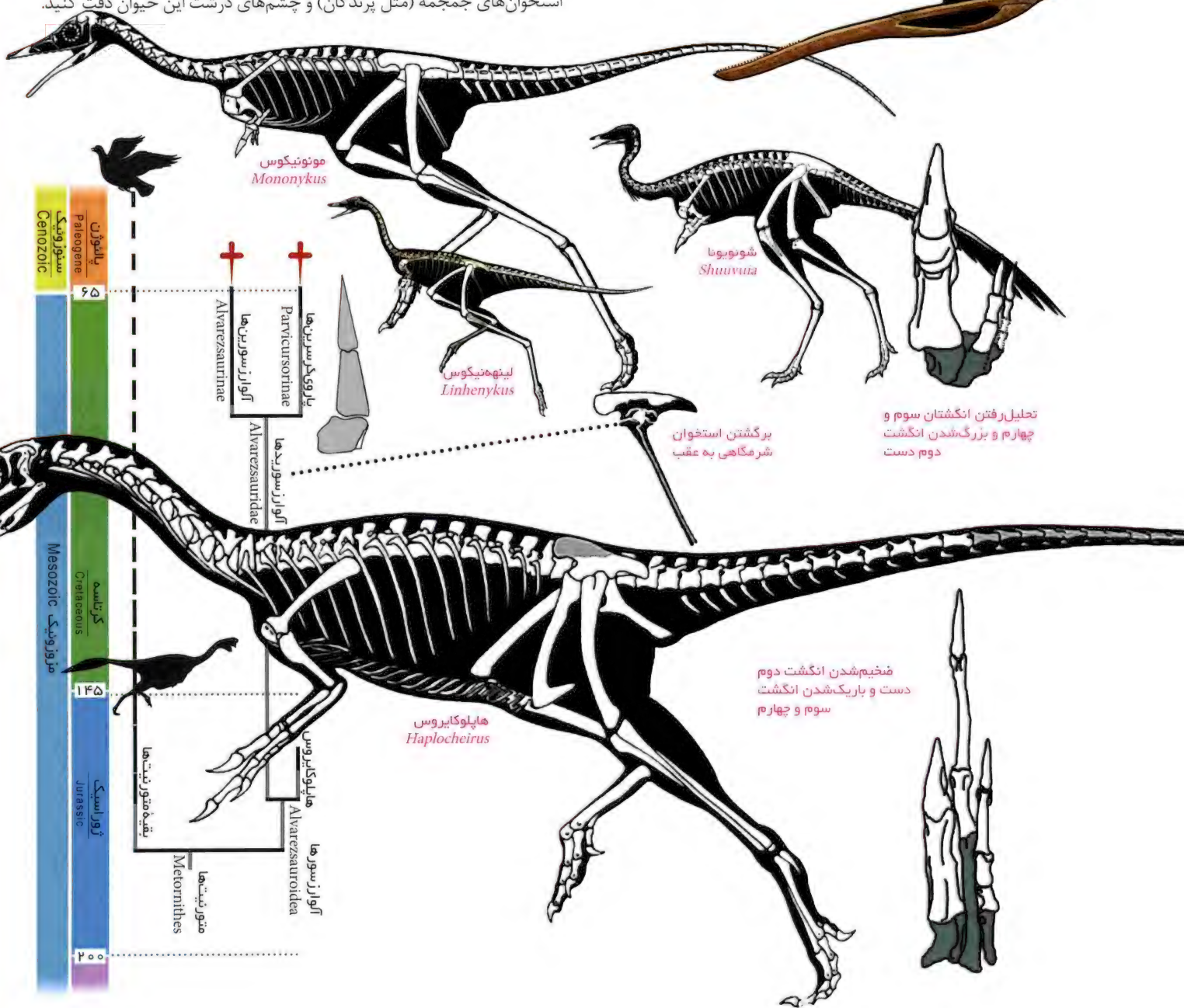


پراکنش
آلوارزسورها

» جمجمه شوئیونا^۸

به دندان‌های ریز و کوچک، شکل پرنده‌مانند جمجمه، نازک و باریک شدن استخوان‌های جمجمه (مثل پرندگان) و چشم‌های درشت این حیوان دقت کنید.

قسمتی از جمجمه که در پشت چشم قرار دارد و جایگاه مغز است (جعبه مغز) نیز در این دایناسور بزرگ شده است (فصل ۴۴).



تحلیل رفتن انگشتان سوم و چهارم و بزرگ شدن انگشت دوم دست

برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب

ضخیم شدن انگشت دوم دست و باریک شدن انگشت سوم و چهارم



پیدایش و تکامل اوی راپتوروسورها

اگر برداشت کنونی ما از تکامل اوی راپتوروسورها، به عنوان مانی راپتورهای که نزدیک‌ترین خویشاوندی را با تبار یومانی راپتورها دارند، درست باشد، از آنجا که قدیمی‌ترین یومانی راپتورها در ژوراسیک زندگی می‌کردند (۴۳-۴۴)، اوی راپتوروسورها نیز می‌بایست در ژوراسیک تکامل یافته باشند؛ مگر این که بعداً مشخص شود این «نظریه» نادرست است (۴۷-۴۸). به هر حال، تاکنون آثاری از اوی راپتوروسورها در ژوراسیک پیدا نشده و قدیمی‌ترین نمونه‌های آن‌ها شامل دو خانواده پروتارکیوپتریجیدها^۳ (۱۲۸-۱۲۰ میلیون سال پیش) و کادیپتریجیدها^۴ (۱۲۵-۱۱۰ میلیون سال پیش) است. هر دو خانواده شامل دایناسورهایی ۷۰ تا ۹۰ سانتی متری با بدن‌هایی پرندمانند و پوشیده از پرهای رنگارنگ، دم‌های نسبتاً کوتاه و دندان‌های خرگوشی مناسب برای صرف انواع غذاهای گیاهی بوده‌اند. پروتارکیوپتریجیدها دست‌های خیلی درازتری داشتند که با وجود شاه‌پرهای بلند، عملاً بال‌هایی مناسب برای پرش‌های نسبتاً بلند میان شاخه‌های درختان بودند اما کادیپتریجیدها و اوی راپتوروسورها بعدی (اوی راپتوریدها) دست‌های نسبتاً کوتاه‌تری داشتند که یادآور بال‌های کوتاه پرندگان بی‌پرواز امروزی است. اوی راپتوریدها دندان‌های خود را کاملاً از دست‌دادند و در عوض، منقارهای طولی‌مانند محکمی یافتند که آن‌ها را قادر به تغذیه از طیف وسیعی از غذاها می‌کرد. تنوع اوی راپتوریدها در کرتاسه بالایی بسیار چشمگیر است. برخلاف دو خانواده ابتدایی که تنها در آسیا یافت می‌شوند، اوی راپتوریدها به آمریکای شمالی نیز رفتند و نمونه‌های مشکوک منسوب به آن‌ها از آمریکای جنوبی هم کشف شده است. تنوع جثه در اوی راپتوریدها بسیار بیشتر است. برخی از آن‌ها ۱/۵ متر و برخی نمونه‌های استثنایی ۹ متر طول داشتند! برخی از اوی راپتوریدها دارای سرهایی جعبه‌مانند و برخی نیز دارای برجستگی‌هایی کاکل‌مانند در بالای سر خود بودند. گروهی از آن‌ها نیز پاهایی دونه داشتند و به‌ویژه استخوان‌های کف پاهایشان به هم پرچ شده بودند (۳۷، ۳۸، ۴۱ و ۴۴). اوی راپتوریدها دست‌کم سه تبار اصلی داشتند: المی‌سورین‌ها^۵، اوی راپتورین‌ها^۶ و اینجنی‌نین‌ها^۷. المی‌سورین‌ها مجموعه‌ای از اوی راپتوریدهای کوچک و بزرگ بودند که در آمریکای شمالی و آسیا زندگی می‌کردند اما اوی راپتورین‌ها و اینجنی‌نین‌ها تنها ساکن آسیا، به‌ویژه مغولستان، بودند. قبلاً تصور می‌شد که تنها اوی راپتورین‌ها دارای کاکل‌های بزرگ بوده‌اند اما دست‌کم یک نمونه از این جنی‌نین‌های دارای کاکل نیز کشف شده است (نمگتوما یا^۸).

اوی راپتوروسورها^۱ یکی از پرندگون‌ترین تبارهای سیلوروسورها هستند. به دلیل وجود شاه‌پرهایی روی دست‌ها و دم‌ها، اوی راپتوروسورها مرغان بهشتی زمان خود بوده‌اند؛ مرغانی بهشتی با منقار طولی یا دندان‌های خرگوشی. به احتمال زیاد، ابتدایی‌ترین اوی راپتوروسورها دارای قدرت پرواز بوده‌اند اما این توانایی، با کوتاه‌تر شدن دست‌های آن‌ها به سرعت از میان رفته است. اوی راپتوروسورها ابتدایی جزء مهم‌ترین گیاه‌خواران آسیا نیز بوده‌اند؛ هرچند برخی اوی راپتوریدهای^۲ بزرگ که میلیون‌ها سال بعد از، نسل این گیاه‌خواران تکامل یافتند، دوباره به خوردن حیوانات کوچک میل کرده بودند.



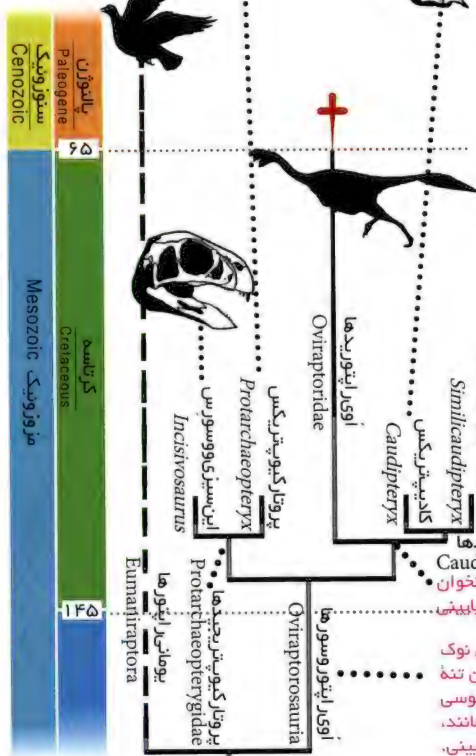
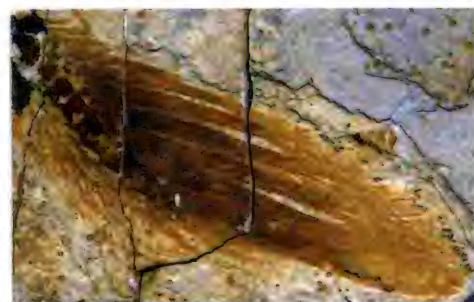
جوجه خرگوش پر دار و مادرش

سیمیلی کادیپتریکس^۴ یکی از عجیب‌ترین دایناسورهای پر دار است. نوع پرهایی که روی بدن جوجه‌های این دایناسورهای پر دار دیده می‌شود، در هیچ‌یک از پرندگان امروزی وجود ندارد. ظاهراً پر در دایناسورها تنوع بیشتری یافته و تنها بخشی از این تنوع به دوره ما رسیده است.

1- Oviraptorosauria 2- Oviraptoridae 3- Protarchaeopterygidae 4- Caudipterygidae 5- Elmsaurinae 6- Oviraptorinae 7- Ingeniinae

8- Nemegtomaia 9- Similicaudipteryx

به شکل مجسمه، حفره‌های سینوسی استخوان بینی و آرواره، و از همه مهم‌تر، دندان‌های خرگوشی این دایناسور دقت کنید. این دندان‌های خرگوشی برای دایناسورها همان مورد استفاده‌ای را داشته‌اند که برای خرگوش‌ها و جوندگان امروزی دارند.



جمجمه‌های جعبه‌ای شکل، به پایین خمیده شدن نوک آرواره پایین، فخره بزرگ کناری در آرواره، شکم دادن تنه استخوان شرمگاهی به سمت عقب، حفره‌های سینوسی متعدد در استخوان بینی، دندان‌های پیشی خرگوش مانند، کاهش تعداد دندان‌های آرواره پایین.



در این تصویر، نمونه‌هایی از پره‌های سنگواره‌شدهٔ سیمیلی کادیتریکس دیده می‌شود. نکتهٔ مهمی که در مورد این سنگواره می‌توان گفت، کشف نوعی پر در جوجه‌های این اوی‌راپتوروسورهاست که در پرندگان امروزی دیده‌ نمی‌شوند. این پره‌ای نواریمانند، پس از بلوغ رشته‌رفته‌شده و به پره‌ای معمولی تبدیل می‌شدند. وجود چنین ویژگی عجیبی ممکن است به خاطر اهمیت نمایشی پرها در این دایناسورها بوده باشد.

❖❖❖ مجموعه چیتی پاتی^۱

این اوی راپتورین ۲/۷ متری و ۷۵ کیلوگرمی ۸۶ تا ۷۰ میلیون سال پیش در جنگل‌های مرطوب و موسمی آسیای می‌زیست. به شکل کاکل (از نمای کناری و پشتی) و حفره‌های سینوسی درون آن و نیز به آرواره این دایناسور توجه کنید. روی آرواره‌ها را منقاری از جنس شاخ می‌پوشانده است.



❖ مغولستان در ۷۰ میلیون سال پیش

سرزمین مغولستان در کرتاسه بالایی به جنگل‌های بارانی امروز در جنوب شرقی آسیا شبیه بوده است. جنگل‌هایی سرشار از پرندگان و موجودات پرنده‌مانندی که در هر گوشه به دنبال میوه‌ها و شکارهای کوچک می‌گشتند و با پرهای رنگارنگ خود به هم هشدار می‌دادند. اوی راپتوریدها جزء مهم‌ترین دایناسورهای آن دوران بوده‌اند و تنوع چشمگیر آن‌ها نشان‌دهنده شرایط مساعد آن زمان است. با وجود این اگر به درخت تکاملی آن‌ها نگاه کنید، می‌بینید که اغلب آن‌ها چند میلیون سال پیش از پایان دوره کرتاسه منقرض شده‌اند. در حقیقت، روندی تدریجی و مرموز باعث از بین رفتن نسل این دایناسورهای زیبا شده است، نه صرفاً شهاب‌سنگی آسمانی. در جلو تصویر چیتی پاتی و در پس‌زمینه کنکوراپتور با بال‌های گشوده دیده می‌شوند.

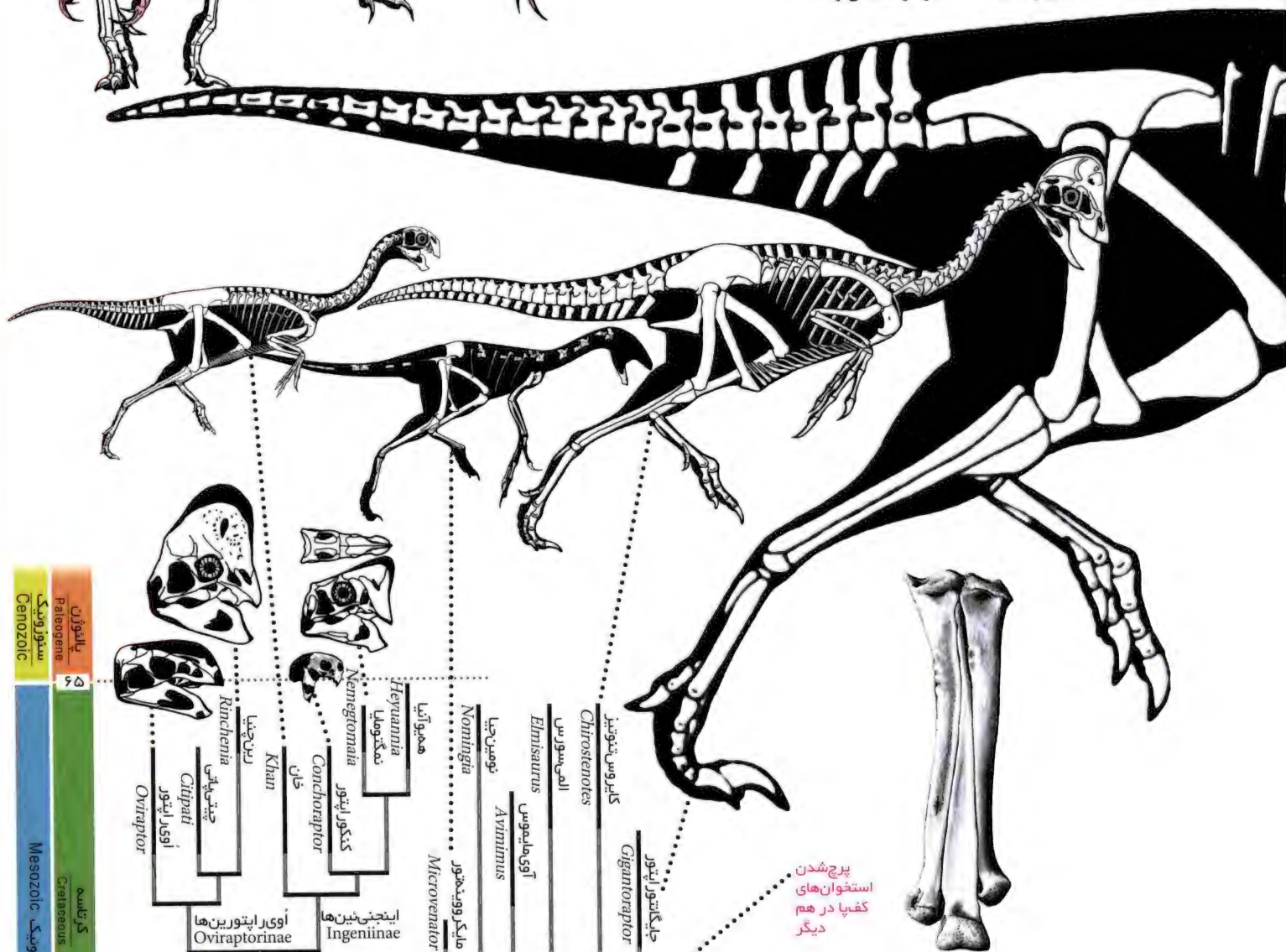
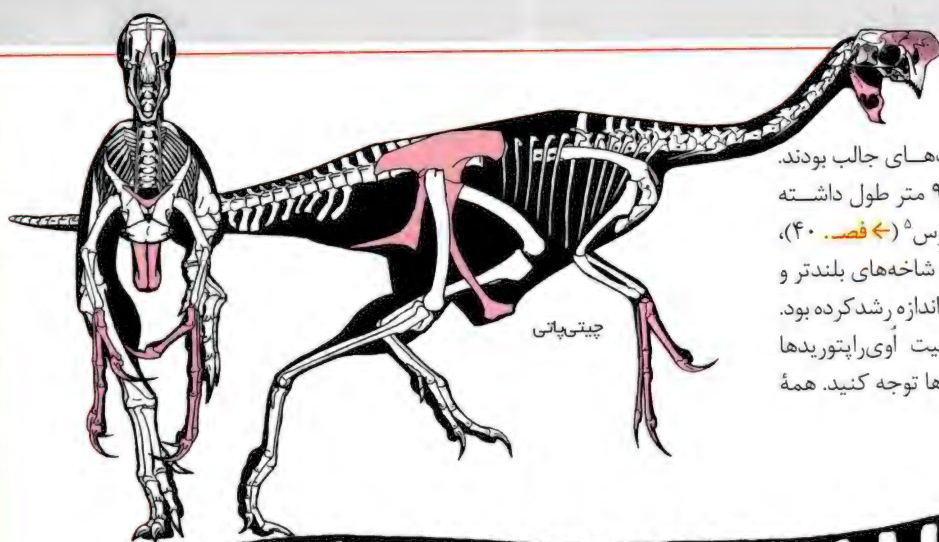
❖❖❖ مجموعه کنکوراپتور^۲

کنکوراپتور مثل اینجی‌نین‌های دیگر تنها ۱/۵ متر طول داشت و وزنش حدود ۲۰ کیلوگرم بود. سعی کنید شباهت‌ها و تفاوت‌های مجموعه چیتی پاتی و کنکوراپتور را تشخیص دهید.



چیتی پاتی و خویشاوندانش

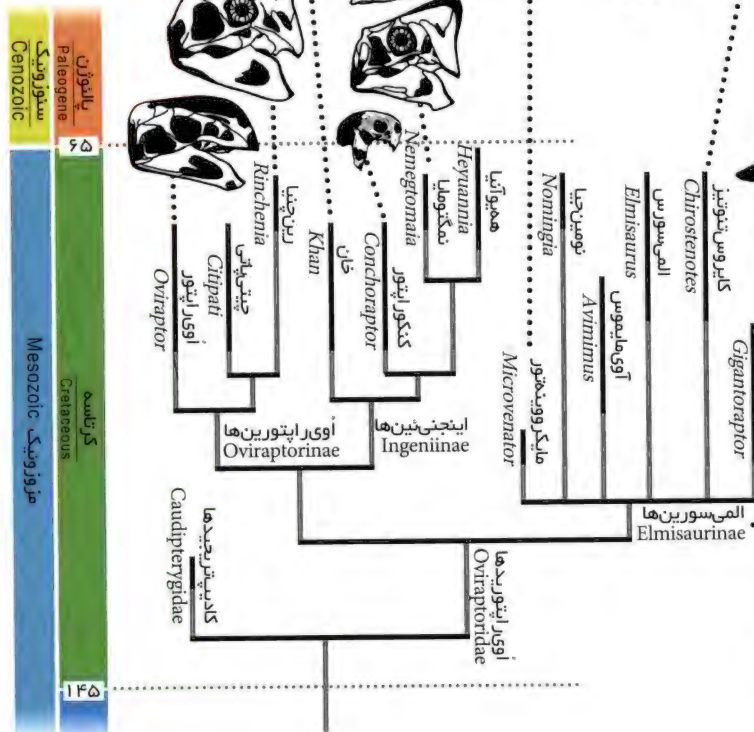
اوی راپتوریدها شامل انواع مختلفی از دایناسورها با تفاوت‌های جالب بودند. بزرگ‌ترین اوی راپتورید، جایگانتوراپتور^۴ نام دارد که تقریباً ۹ متر طول داشته است؛ درست مثل داینوکایروس^۵ (فصل ۳۸) و تریزینوسورس^۶ (فصل ۴۰)، جایگانتوراپتور هم غول گیاهخوار بود که برای دسترسی به شاخه‌های بلندتر و شاید هم برای دفاع در برابر شکارچیانی مثل تارپوسورس^۷ به این اندازه رشد کرده بود. به‌دست‌آوردن کنام‌های بوم‌شناختی مختلف نشان‌دهنده موفقیت اوی راپتوریدها در فرایند تکامل است. به شباهت‌ها و تفاوت‌های این دایناسورها توجه کنید. همه تصاویر به یک نسبت و در مقیاس واحدند.



- پرچ شدن
استخوان‌های
کفپا در هم
دیگر

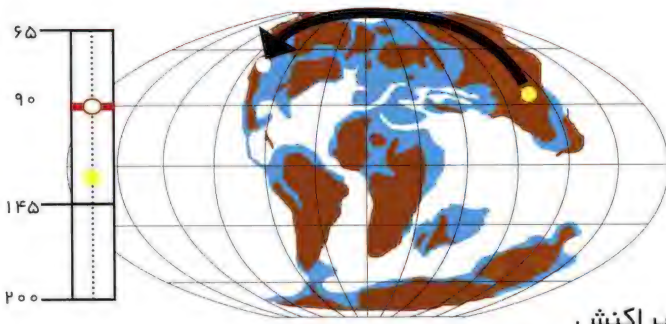
تنوع و تکامل اوی رایتوریدها

در مورد شکل دقیق درخت تکاملی ^۱اویراپتوریدها اطمینان زیادی وجود ندارد. این موضوع به‌خاطر شباهت‌های زیاد میان اعضای این خانواده است. معمولاً در گروه‌هایی که به‌سرعت تنوع می‌یابند و کنام‌های مختلف بوم‌شناختی را فتح می‌کنند، بررسی درخت‌های تکاملی دچار همین مشکل می‌شود. به این نوع خاص از تکامل و تنوع سریع، «انشعاب سازش‌پذیرنده»^۲ گفته می‌شود.



❏❏ دنبالچه پرنده مانند در نومین جیا

این المی سورین ۱/۵ متری که ۷۰ تا ۶۵ میلیون سال پیش در مغولستان زندگی می کرده، سنگواره چندان کاملی برای ما به جا نگذاشته اما در عوض، قسمت بسیار مهمی از سنگواره اش، که شباهت های زیاد اوی راپتوروسورها و پرندگان را آشکار می کند، به دست ما رسیده است. انتهای دم نومین جیا دارای چند مهره کاملاً به هم جوش خورده است که نمونه مشابهش در بای پیائوسورس^۲ (❏ فصل ۴۰) و پرندگان دم کوتاه دیده می شود. اوی راپتوروسورها و تریزینوسورها نیز مثل پرندگان دم های کوتاهی داشتند. همچنین، در مورد وجود شاه پرهای نمایشی رنگی و بلند در انتهای دم اوی راپتوروسورها اطمینان داریم و می دانیم که دنبالچه در پرندگان و اوی راپتوروسورها برای نگهداری محکم تر شاه پرهای انتهای دم به کار می رفته است.



پراکنش
اوی راپتوروسورها

❏❏ بزرگترین موجود پرنده مانند که روی زمین راه رفته است!

جایگانتوراپتور با ۹ متر طول و ۲ تن وزن، جزء تبار پرندگان نبوده است اما پسرعموی خیلی نزدیک آن ها محسوب می شود. فراموش نکنیم که تعریف های علمی ما زمانی پیش تر از شناخت ماهیت حیواناتی به شدت پرنده مانند تثبیت شده اند و دانشمندان برای پیشگیری از هرج و مرج علمی، به خود اجازه نمی دهند که تعریف پرندگان را گسترده تر کنند اما به راحتی اگر ما در زمان دایناسورها زندگی می کردیم، آیا به این موجود پادراز دونده و پردار که به دنبال حیوانات کوچک و میوه های شیرین می گشت، پرنده نمی گفتیم؟

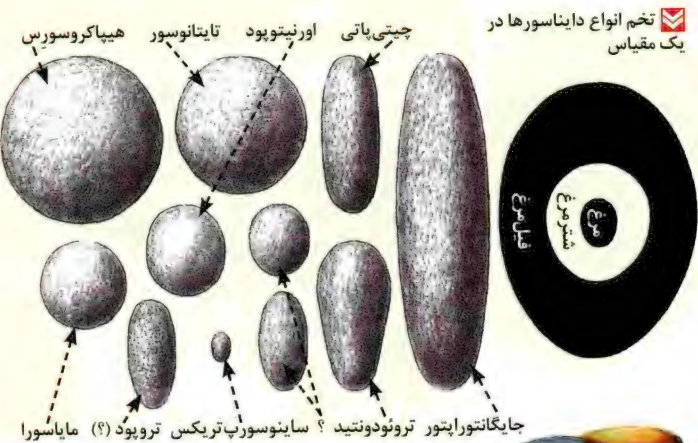


نگهداری از جوجه‌ها در میان دایناسورها

در اوایل قرن بیستم سنگواره اوی‌راپتور، که ظاهراً در کنار لانه‌ای مشغول تخم‌دزدی بود، پیدا شد اما در سال‌های پایانی قرن بیستم دانشمندان دوباره در مغولستان سنگواره اوی‌راپتوریدی دیگر را یافتند: چیتی‌پاتی؛ و باز هم به همراه تخم‌هایی که در یک لانه چیده شده بودند. با بررسی استخوان‌های درون تخم‌ها معلوم شد که تخم‌ها متعلق به خود او بوده‌اند و این مادر مهربان در حالی که روی تخم‌هایش خوابیده بوده، اسیر توفان شن شده است! تاکنون لانه‌های زیادی از دایناسورهای مختلف شناسایی شده‌اند (فصل ۱۷). دست‌کم در لانه‌های سیلوروسورها چیدن تخم‌ها هم شبیه پرندگان امروزی است. اما برخلاف تخم‌های پرندگان که یکی یکی با فاصله‌های معین گذاشته می‌شوند، این تخم‌ها دوتا دوتا گذاشته شده‌اند. در پرندگان احتمالاً برای سبک شدن بدن، یکی از تخمدان‌ها غیرفعال شده و تحلیل رفته است اما از همین لانه‌ها می‌توانیم متوجه شویم که در اوی‌راپتوروسورها دست‌کم هنوز هر دو تخمدان کار می‌کرده‌اند.

چرا تخم بزرگ‌ترین دایناسورها، خیلی هم بزرگ نیست؟

همان‌طور که در مورد مشکلات جانوران غول‌پیکر گفتیم (فصل ۲۸)، سطح بدن، با میزان جذب و دفع گرما متناسب است و در مورد تخم‌ها نیز، سطح با میزان جذب و دفع گازهای تنفسی تناسب دارد. درحالی که حجم متناسب با میزان ماده زنده، میزان گرمای تولیدشده و نیاز جانور به گازهای تنفسی است. بنابراین، اگر ابعاد بدن یک جانور یا تخم آن دو برابر شود، نسبت سطح به حجم، یک دوم کاهش می‌یابد؛ مگر اینکه شکل بدن یا تخم از حالت کروی (که کمترین نسبت حجم به سطح را دارد) خارج شود؛ مثلاً تخم بیضوی‌تر شود یا سطوح پهن یا دراز بدن افزایش یابند. بنابراین، بزرگ‌ترین دایناسورها نیز می‌بایست تخم‌هایی حداکثر با قطر دو تا سه برابر تخم شترمرغ می‌گذاشتند که در این صورت، اختلاف اندازه میان دایناسور بالغ و جوجه‌ها بسیار زیاد می‌شد؛ بنابراین تا بزرگ‌شدن جوجه‌ها، همراهی آن‌ها با دایناسورهای بالغ عملاً امکان‌پذیر نبود (فصل ۲۸).



مادری که روی تخم‌ها خوابیده بود، نر بود!

این همان سنگواره‌ای است که کشف آن در اواخر قرن بیستم، منجر به دانستن این حقیقت شد که تروپودها روی تخم‌هایشان می‌خوابیده‌اند. بررسی بافت استخوانی حیوان روی تخم، نشان می‌دهد که برخلاف پرندگان و دایناسورهای ماده که در هنگام تخم‌گذاری مقدار زیادی کلسیم از دست می‌دهند، هیچ کلسیمی از بافت استخوانی این جانور برداشته نشده است؛ به عبارت دیگر، مادر روی تخم‌ها، در حقیقت پدر است. در بسیاری پرندگان امروزی نیز نرها وظیفه نگهداری از تخم‌ها را به عهده دارند. در شترمرغ‌ها یک نر با چندین ماده جفت‌گیری می‌کند و همه آن‌ها در یک لانه تخم می‌گذارند و شترمرغ نر از همه تخم‌ها و جوجه‌هایش نگهداری می‌کند؛ در چیتی‌پاتی و سیلوروسورهای دیگر نیز احتمالاً چنین رفتاری وجود داشته است.



اوی‌راپتوریدها به بچه‌های خود چه می‌دادند؟

گفتیم که اوی‌راپتوروسورها جزء تروپودهای گیاه‌خوار هستند اما بقایای مارمولک هم در میان توده شکمی آن‌ها پیدا شده است. بنابراین، احتمالاً این حیوانات هم مثل مرغ‌های امروزی هرچیزی را که می‌توانسته‌اند، می‌خوردند.



یومانی راپتورها عقاب‌های دوندۀ، گرگ‌های پرندۀ

همان‌طور که مانی راپتورها بزرگ‌ترین تبار سیلوروسورها هستند، یومانی راپتورها^۱ نیز بزرگ‌ترین تبار از مانی راپتورها به حساب می‌آیند. نیای مشترک این دایناسورها موجودی کوچک و پرندۀ بوده (حتی اگر نپذیریم که نیای مشترک یومانی راپتورها و اوی راپتوروسورها نیز پرواز می‌کرده) ولی خیلی زود قدرت پرواز در دو گروه از سه گروه اصلی یومانی راپتورها تحلیل رفته است و آن‌ها به شکارچیان بزرگ در دورۀ کرتاسه تبدیل شده‌اند. این دو گروه در میوسوریدها^۲ و تروئودونتیدها^۳ هستند. ابتدایی‌ترین انواع هر کدام از این دو تبار، شباهت فوق‌العاده‌ای به پرندگان داشته‌اند و می‌توانسته‌اند پرواز کنند اما تکامل آن‌ها به سمت بزرگ‌شدن و از دست دادن قدرت پرواز پیش رفته است. گروه سوم یومانی راپتورها همچنان تا امروز به پرواز کردن ادامه داده‌اند؛ گرچه برخی از آن‌ها هم به محض اینکه نیازی به پریدن حس نکرده‌اند، این قدرت را از دست داده‌اند.

نخستین یومانی راپتورها

یومانی راپتورها در اوایل یا اواسط ژوراسیک در چین پیدا شده و از همان اول موجوداتی پرندۀ بوده‌اند. شاه‌پره‌ای یومانی راپتورها به دست‌ها و دم‌هایشان محدود نبود بلکه پاهای آن‌ها نیز دارای پر بودند. پدوپنا^۴ یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های شناخته‌شده و احتمالاً ابتدایی‌ترین نمونه یومانی راپتورهاست که حدود ۱۷۲ تا ۱۶۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های باران‌گیر و مرطوب چین میان شاخه‌های درختان و روی مرداب‌ها این سو و آن سو می‌پریده است. مفاصل بازو در این دایناسورها و حتی پرندگان ابتدایی طوری بوده که نمی‌توانسته‌اند بال‌هایشان را خیلی بالا ببرند و بال بزنند، بنابراین پرواز آن‌ها را نمی‌توان مشابه پرواز پرندگان امروزی دانست.

ویژگی‌ها و تکامل یومانی راپتورها

یومانی راپتورها مهم‌ترین گروه شکارچی در میان مانی راپتورها بوده‌اند؛ هرچند میان آن‌ها نیز نمونه‌های گیاه‌خوار کم نبوده است. انگشت اول پا در این دایناسورها کاملاً به سمت عقب برگشته بود؛ به طوری که مقابل سه انگشت دیگر قرار می‌گرفت و به کمک آن می‌توانستند شاخه‌های درختان را بگیرند و روی آن‌ها بنشینند. انگشت دوم نیز ناخن بزرگی پیدا کرده بود که در هنگام راه‌رفتن روی زمین آن را بالا می‌گرفتند تا همیشه تیز بماند. حتی در برخی پرندگان امروزی نیز که روی زمین راه می‌روند، انگشت دوم پا چنین وضعی دارد و از آن به عنوان سلاح استفاده می‌شود. توسعه شاه‌پره‌ای پروازی روی دست‌ها و پیدایش شاه‌پره‌ای روی پا ویژگی دیگر یومانی راپتورهاست که با پروازگر بودن آن‌ها ارتباط دارد. همین‌طور دستان بسیار کشیده و بلند و افزایش تحرک دم در قسمت ابتدایی (تا بتوانند هنگام بالارفتن از درخت دم را به راحتی به بالا خم کنند) با زندگی درختی و پروازگر بودن آن‌ها مرتبط است. یکی دیگر از ویژگی‌های یومانی راپتورها برگشتن استخوان شرمگاهی به عقب است که البته مثل آلاورسوریدها به کوتاه‌شدن دم و تغییر وضع ماهیچه‌های حرکت‌دهنده دم و زانو مربوط می‌شود (فصل ۱۱، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۳، ۴۵ و ۴۷). اندازه مغز نیز در این دایناسورها نسبت به خانواده‌های قبلی رشد بسیار بیشتری دارد و به نظر می‌رسد که مرکز بینایی، به‌ویژه قسمتی از مخ که در پرندگان امروزی تجزیه و تحلیل فضای سه‌بعدی را به عهده دارد، در این دایناسورها رشد زیادی داشته است (فصل ۴۴). یومانی راپتورها به دو تبار آویالین‌ها^۵ (فصل ۴۶-۴۸) و داینونیکوسورها^۶ (تروئودونتیدها و درومیوسوریدها؛ فصل ۴۴-۴۵) تقسیم می‌شوند.

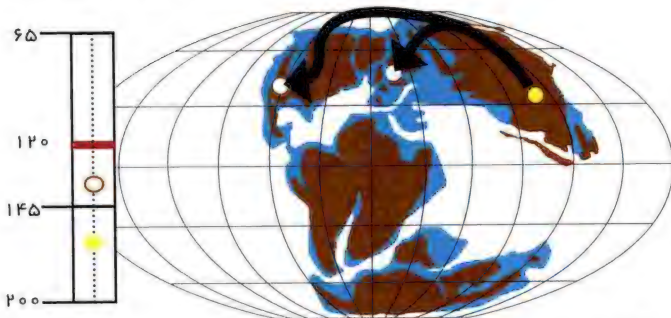


سریاما^۷

این یومانی راپتور زنده هم مثل نیاکان خود در ژوراسیک و کرتاسه، ناخن دوم پای خود را بالا نگاه می‌دارد تا همیشه تیز بماند.

پدوپنا، آماده برای جنگ

این حیوان کوچک ۶۰ سانتی‌متری با خشم به سمت رقیبی می‌رود که به قلمرو او نزدیک می‌شود. این حیوان تنها یک کیلوگرم وزن داشته و می‌توانسته است به راحتی با بال‌های گسترده از میان شاخه‌های بلند درختان به سمت جلو در هوا سر بخورد. پدوپنا و یومانی راپتورهای دیگر ناخن‌های بزرگی روی انگشت دوم پایشان داشتند که به سلاح مرگ‌آور آن‌ها تبدیل شده بود.

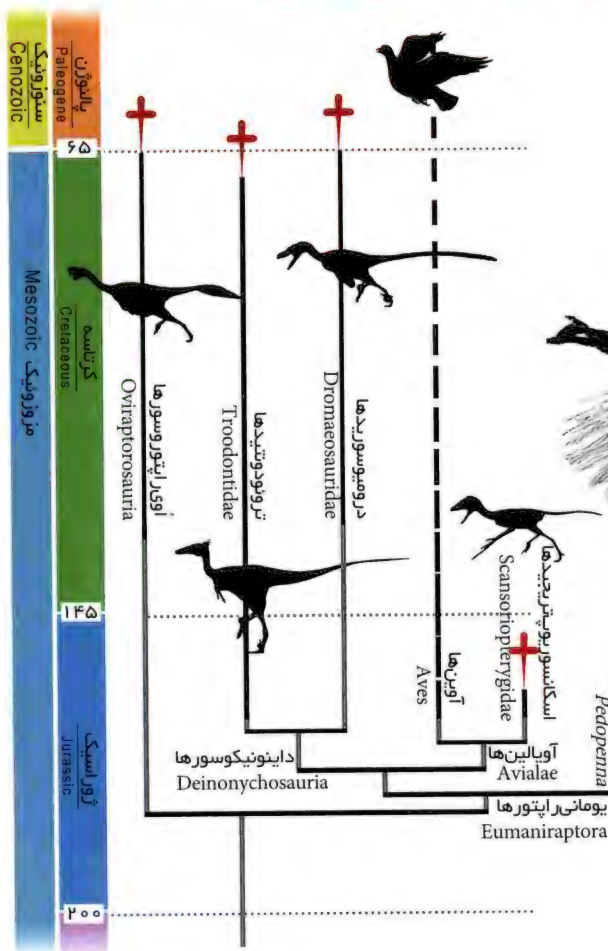


پراکنش نخستین یومانی راپتورها

«آرکیوپتریکس»^۸

دایناسوری ۴۵ سانتی متری است که بیش از یک و نیم قرن پیش کشف شد. در آن زمان، سنگواره پردار این جانور به عنوان ابتدایی ترین پرنده و سنگواره بدون پر آن به عنوان دایناسور شناسایی شد! ماهیچه های آرکیوپتریکس برای «بال زدن»، آن گونه که پرندگان امروزی انجام می دهند، مناسب نبود؛ زیرا این جانور نمی توانست بال هایش را به سمت پشت بدن خیلی بالا ببرد بلکه به همین شکل که می بینید، از شاخه های درختان بالا می رفت و از آن بالا مثل سنجاب پرنده در هوا سر می خورد. به خمیدگی قسمت ابتدایی دم و راست ایستادن نیمه انتهای آن، اندازه ماهیچه های سینه ای، طول دستان و شکل انگشت دوم پا دقت کنید (←).

فصل ۴۷.



برگشتن استخوان شرمگاهی به سمت عقب

مقعر بزرگ، پیدایش شاهپره های روی پا، دستان خیلی بلند، برگشتن انگشت نخست پا به سمت عقب، پرواز ابتدایی



ناخن بزرگ انگشت دوم پا





تروئودونتیدها مرغانی با هوش روباه

تروئودونتیدها گروهی از یومانی راپتورهای همه چیز خوار بسیار کوچک و پروازگر، تا انواع ۲/۵ متری و شکارچی با مغزهای بزرگ و هوش زیاد بودند. تروئودونتیدها ویژگی‌های استخوان‌شناسی جالبی داشتند که رده‌بندی آن‌ها را سال‌ها با مشکل روبه‌رو می‌کرد اما امروزه می‌دانیم که آن‌ها از خویشاوندان نزدیک پرندگان هستند.

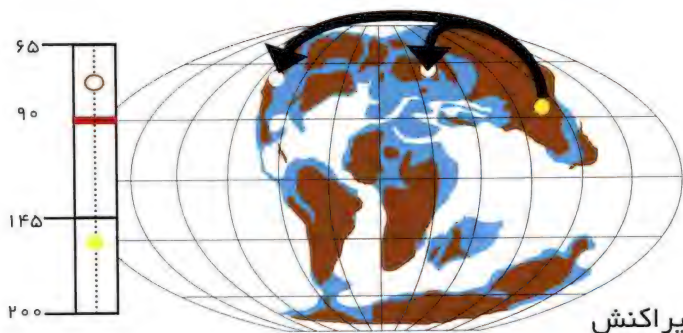
پیدایش و تکامل تروئودونتیدها

نخستین تروئودونتیدها دایناسورهایی کوچک با قدرت پریدن و سرخوردن در هوا بودند. آنکی اورنيس^۱، یکی از ابتدایی‌ترین تروئودونتیدهای شناخته‌شده، به پرندگان بسیار شباهت دارد؛ به‌طوری که نخستین بار این دایناسور ۳۵ سانتی‌متری را به‌عنوان پرنده رده‌بندی کرده‌اند! در تروئودونتیدهای ابتدایی، مثل پرندگان و درومیوسوریدها^۲، استخوان شرمگاهی به سمت عقب برگشته است اما با بزرگ شدن اندازه در تروئودونتیدهای بعدی، این استخوان به سمت جلو بازمی‌گردد. یکی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی که در تروئودونتیدها دیده می‌شود پرچ‌شدن انگشتان کف پای آن‌ها در یکدیگر است (فصل ۳۷، ۳۸، ۴۱ و ۴۲) که نشان‌دهنده دنده بودن این سیلوروسورهاست. به جز انواع پروازگر ابتدایی، طول دست‌ها در اغلب تروئودونتیدها نسبتاً کوتاه شده بود. دندان‌های این دایناسورها، مثل بسیاری از مانی‌راپتورهای

گیاه‌خوار، برگی شکل با دندان‌های درشت یا بدون دندان بود. بنابراین، تصور می‌شود که اغلب آن‌ها، به جز چند نمونه بزرگ و شکارچی (تروئودون^۳، سورورنیتوئیدس^۴ و زانابازار^۵)، گیاه‌خوار یا همه‌چیزخوار بوده‌اند.

تروئودونتیدها در آسیا ظاهر شدند و تنها چند نمونه از آن‌ها، مثل تروئودون، به آمریکای شمالی رفتند. برخی نمونه‌های بسیار ناقص هم از اروپا به‌دست آمده‌اند که احتمالاً تروئودونتید بوده‌اند. فراوانی آثار تروئودونتیدها در اغلب نقاط، به‌جز مناطق خیلی شمالی آمریکای شمالی، کم‌تر از درومیوسوریدهاست (فصل ۴۵). با توجه به چشمان بزرگ و روبه‌جلوی تروئودونتیدها، این احتمال وجود دارد که آن‌ها پادشاهان مناطق قطبی بوده‌باشند.

برخی نمونه‌های به‌دست آمده از تروئودونتیدها نمونه‌های بسیار منحصر به فردی هستند. می^۶ یکی از تروئودونتیدهای ابتدایی است که سنگواره‌اش، در حالی که نوک پوزه‌اش را زیر بال خود پنهان کرده بود، کشف شد. این سنگواره نشان‌داد پرندگان حتی در نوع خوابیدن هم به دایناسورهای دوران مزوزوئیک شباهت دارند. آنکی اورنيس هم که شبیه به پرندگان است، تنها تروئودونتیدی است که با بررسی اندازه و مقایسه رنگیزه‌های سنگواره‌شده پرهایش، توانسته‌ایم به رنگ حقیقی بدنش پی ببریم (فصل ۳۶).



پراکنش
تروئودونتیدها

می و آنکی اورنيس

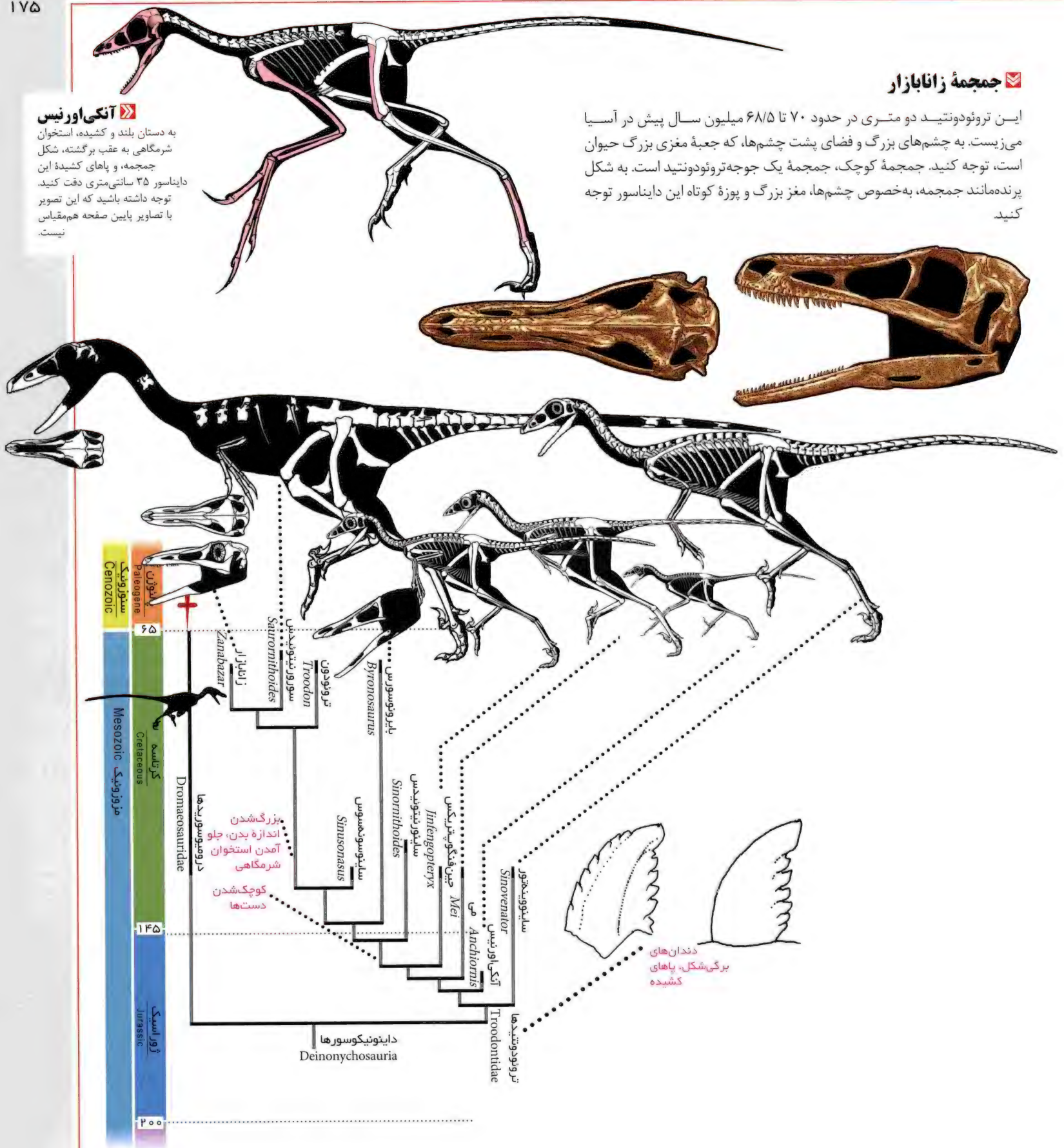
می، تروئودونتیدی ۷۰ سانتی‌متری بود که ۱۲۵ تا ۱۲۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. در این تصویر که بر اساس سنگواره به‌دست آمده از این دایناسور ترسیم شده، می‌بینیم که حیوان نگون‌بخت پیش از مرگ در چه حالتی به خواب رفته بوده است. آنکی اورنيس تروئودونتید دیگری بود که توانسته‌ایم در مورد آن اطلاعاتی منحصر به فرد به دست آوریم. این اطلاعات شامل رنگ پرها در نقاط مختلف بدن است و از این‌رو با قطعیت می‌توان گفت که آنکی اورنيس در زمان زندگی چنین ظاهر و پربالی داشته است. آنکی اورنيس در حدود ۱۶۱ تا ۱۵۵ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیسته و یکی از قدیمی‌ترین یومانی‌راپتورها است.

جمجمه زانابازار

این تروئودونتید دو متری در حدود ۷۰ تا ۶۸/۵ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. به چشم‌های بزرگ و فضای پشت چشم‌ها، که جعبه مغزی بزرگ حیوان است، توجه کنید. جمجمه کوچک، جمجمه یک جوجه تروئودونتید است. به شکل پرنده‌مانند جمجمه، به خصوص چشم‌ها، مغز بزرگ و پوزه کوتاه این دایناسور توجه کنید.

آنکی اورنیس

به دستان بلند و کشیده، استخوان شرمگاهی به عقب برگشته، شکل جمجمه و پاهای کشیده این دایناسور ۳۵ سانتی‌متری دقت کنید. توجه داشته باشید که این تصویر با تصاویر پایین صفحه هم‌مقیاس نیست.



اندازه مغز در دایناسورها

از بعضی دایناسورها، بقایای خوبی از قسمت جعبه مغزی، یعنی قسمتی از مجموعه که مغز را در برمی گیرد، به دست آمده است. با تهیه قالب از جعبه مغزی می توان به شکل مغز دایناسورها پی برد. البته با مشاهده مغز خزندگانی چون مارها و مارمولک ها می توان دریافت که مغز آن ها نسبت به فضای داخلی جعبه مغزی حجم کمتری اشغال می کند اما مغز پرندگان و پستانداران این فضا را پرمی کند (و حتی درون این فضا «چین» می خورد). خوب، ما از کجا می توانیم مطمئن باشیم که مغز دایناسورها واقعاً جعبه مغزی را پرمی کرده است؟ برای کسب اطمینان در این زمینه، باید مشاهدات و محاسبات زیادی درباره حجم مغز و نسبت وزن بدن در گروه های مختلف مهره داران انجام دهیم، که خوشبختانه این کار مدت ها پیش صورت پذیرفته است. نسبت قسمت های مختلف بدن جانوران با بزرگ شدن تغییر می کند؛ مثلاً دایناسورهای خیلی بزرگ هم، تخم های خیلی بزرگی ندارند (← فصل ۲۸ و ۲۹)؛ چون محدودیت های متفاوتی بر ساختارهای مختلف زنده حاکم است. دقیقاً همین اتفاق در مورد مغزهای مهره داران هم می افتد؛ برای مثال، مغز یک مار نیم متری، به نسبت اندازه بدن از مغز یک مار دو متری بزرگ تر است. با مقایسه دایناسورها، کروکودیل ها و پرندگان، درمی یابیم که جعبه مغزی در دایناسورها کاملاً با مغز پرمی شده و شکل قالب داخلی جعبه مغزی، در حقیقت بازگوکننده شکل مغز است.

هوش در دایناسورها

اکنون پرسش این است که اگر میان رابطه وزن مغز - وزن بدن و هوش نسبت مستقیمی وجود داشته باشد، آیا این به معنی احمق تر بودن مار دو متری نیست؟ مسلماً خیر. برای مقایسه صحیح رابطه وزن مغز - وزن بدن در چند جانور مختلف، باید به تفاوت اندازه آن ها نیز توجه کرد. بر اساس تفاوت در اندازه جانوران و نسبت وزن مغز - وزن بدن به عددی به نام «بهره مغزی»^۱ (EQ) می رسیم. بهره مغزی نشان دهنده این است که نیمکره های مخ، چه نسبتی از کل حجم جعبه مغزی را اشغال کرده اند.

سورورنیتوئیدس

این دایناسور که از بزرگ ترین اعضای خانواده تروئودونتیدها، با ۲/۵ متر طول است، همواره یکی از باهوش ترین دایناسورها شناخته می شود. مغز تروئودونتیدها و پسرعموهایشان، یعنی درومیسوریدها (← فصل ۴۵) در میان دایناسورها، پس از مغز بعضی پرندگان، بیشترین رشد را داشته است.



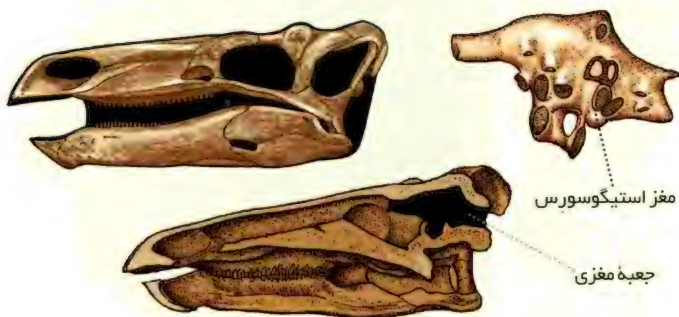
آیا استیگوسورها مغز فندقی بوده اند؟

از قدیم گفته اند که استیگوسورها و بسیاری از دایناسورهای گیاه خوار حیوانات احمقی بوده اند؛ زیرا مغزهای کوچکی داشته اند اما هیچ کدام از این حیوانات آن قدر احمق نبوده اند که به راحتی شکار شوند، یا نتوانند غذا پیدا کنند و در صحرا و بیابان گم شوند. در این تصویر، مجموعه استیگوسورس^۲ را می بینید (← فصل ۱۳). فضای سیاه رنگ، جعبه مغزی است که با قالب گرفتن از درون آن به شکل مغز حیوان پی می بریم.

بهره مغزی را چگونه اندازه گیری می کنند؟

پس از بررسی نسبت وزن مغز - وزن بدن در گروه های مختلف مهره داران، خواهیم دید که انواع مهره داران براساس این نسبت در دو دسته متفاوت قرار می گیرند که به سادگی می توان آن ها را «خون گرم» ها و «خون سرد» ها نامید (← فصل ۳۵). بنابر همین دسته بندی، می توان به رابطه ای کلی برای نسبت وزن مغز - بدن در مهره داران خون سرد و رابطه ای دیگر برای مهره داران خون گرم رسید. با توجه به این رابطه وزن مغز مورد انتظار هر موجود به عنوان خون گرم یا خون سرد به دست می آید (که خون گرم ها وزن مورد انتظار بزرگ تری دارند). سپس، با مشاهده وزن واقعی هر جانور و مقایسه آن با وزن مورد انتظار، به نسبتی دیگر می رسیم که همان بهره مغزی است. اگر بهره مغزی از یک بزرگ تر باشد، یعنی حجم مغز جانور نسبت به میزان مورد انتظار بزرگ تر است. بر همین اساس، بهره مغزی دایناسورهای مختلف (بر اساس اندازه مغز کروکودیل ها) محاسبه شده است و نتایج نشان می دهند که بسیاری از اورنیتومورفا و تروپودها، نسبت به کروکودیل ها بهره مغزی بزرگ تری داشته اند. در این میان، داینونیکوسورها با اختلاف بسیار زیادی، به شدت از دیگر دایناسورها باهوش ترند.

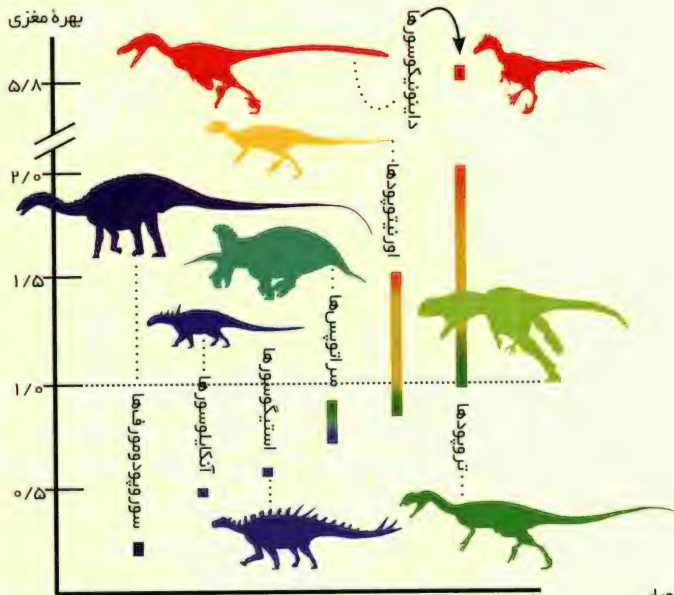
اما پرسش کلیدی تر، خود این مطلب است که آیا هوش را باید با معیارهای انسان محور سنجید. آیا هوش صرفاً به معنای توانایی استدلال منطقی است؟



مغز استیگوسورس

جعبه مغزی

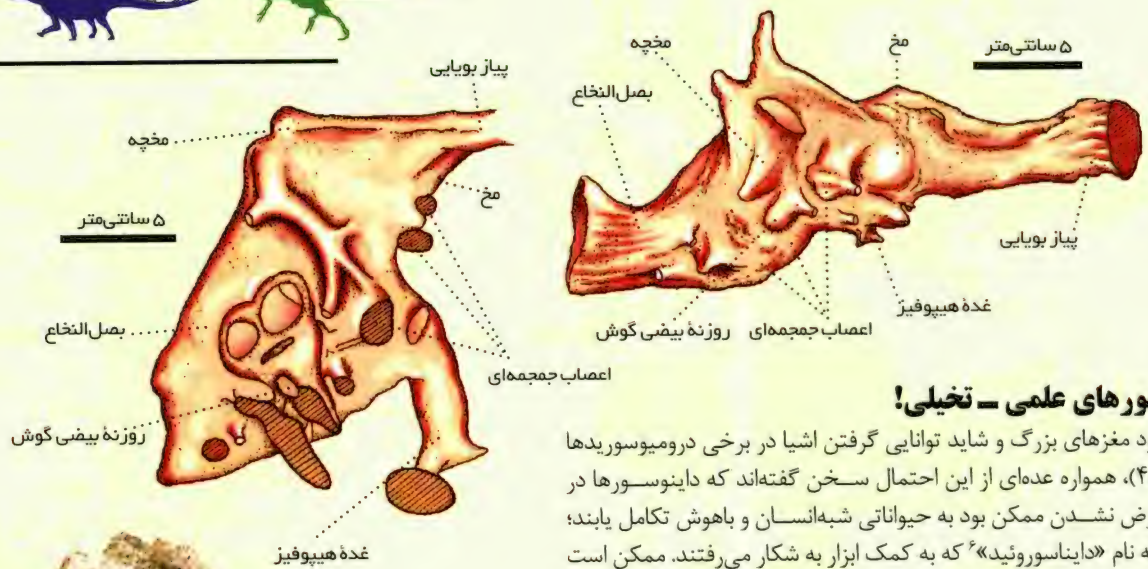
بهره مغزی در دایناسورهای مختلف



بر اساس این داده‌ها، سیلوروسورها و خیلی از تروپودهای دیگر همین‌طور بسیاری از اورنیتومیومورفا (فصل ۱۵) به اندازه پستانداران و پرندگان امروزی فعالیت مغزی داشته‌اند. گرچه فعالیت مغزی دیگر دایناسورها در همان حد و اندازه خزندگانی مثل کروکودیل‌ها باقی‌مانده است. در این میان، فعالیت مغزی دایناسورهای گوشتخوار از دایناسورهای دیگر و بسیاری از پستانداران و پرندگان امروزی هم فوق‌العاده بیشتر بوده است!

مغز در تیرانوسورس^۳ و پلاتیوسورس^۴

در تصاویر زیر، دو نمونه از مغزهای دایناسورها بر اساس قالب جعبه مغزی بازسازی شده‌اند. قسمت‌های مختلف مغز را در این جانوران به‌خوبی می‌توان شناسایی کرد. به‌ویژه در تیرانوسورس (تصویر سمت راست) پیاز بویایی^۵ بسیار بزرگ است که حس بویایی قوی این شکارچی را نشان می‌دهد (فصل ۳۷).



دایناسورهای علمی - تخیلی!

به دلیل وجود مغزهای بزرگ و شاید توانایی گرفتن اشیاء در برخی درو میوسوریدها (فصل ۴۵)، همواره عده‌ای از این احتمال سخن گفته‌اند که دایناسورها در صورت منقرض نشدن ممکن بود به حیواناتی شبه‌انسان و باهوش تکامل یابند؛ موجوداتی به نام «دایناسوروتید»^۶ که به کمک ابزار به شکار می‌رفتند. ممکن است این سخن خنده‌دار به نظر برسد اما در حقیقت، اشتباه همه ما این است که فکر می‌کنیم دایناسورها (به‌خصوص یومانی‌راپتورهای باهوش) منقرض شده‌اند؛ درحالی که نسل آن‌ها تا امروز باقی‌مانده است و البته به شیوه خودشان، به موجوداتی بسیار باهوش تبدیل شده‌اند.



دانشمندانی که نخستین بار فکر کردند دایناسورها می‌توانستند به موجوداتی باهوش تکامل یابند، شاید از وجود دایناسورهای باهوشی مثل کلاغ، که به راحتی از ابزار استفاده می‌کند مطلع نبودند؛ شاید هم آن زمان هنوز پرندگان را به عنوان دایناسور به رسمیت نمی‌شناختند!



درومیوسوریدها شیرهای بال دار، گربه‌های پرنده

مجموعه و لاسی راپتور^۶

این دایناسور، که احتمالاً معروف‌ترین درومیوسورید است، در حدود ۸۵ تا ۷۰ میلیون سال پیش در واحه‌های کویری مغولستان به دنبال دایناسورهایی مثل پروتوسراتوپس^۷ می‌گشته است (← فصل ۲۰). به دندان‌های تیز، چشم رو به جلو و شکل خاص پوزه این داینوسور توجه کنید.



درومیوسوریدها^۱ از شناخته‌شده‌ترین خانواده‌های دایناسورهای شکارچی هستند. دندان‌های تیز، دید دو چشمی، دست‌ها و ناخن‌های بزرگ و ناخن چنگال‌مانند انگشت دوم پا، آن‌ها را به موفق‌ترین شکارچی‌ها تبدیل کرده بود. این موفقیت در تنوع چشمگیر درومیوسوریدها به خوبی قابل مشاهده است. درومیوسوریدها به چندین گروه از شکارچیان بسیار کوچک پروازگر تا شکارچیان به بزرگی تیرانوسوریدها و نمونه‌هایی با سرهای تمساح‌مانند تکامل یافتند و از معدود گروه‌هایی بودند که توانستند در دوره کراتاسه خشکی‌های شمالی و جنوبی زمین را فتح کنند.

پیدایش درومیوسوریدها

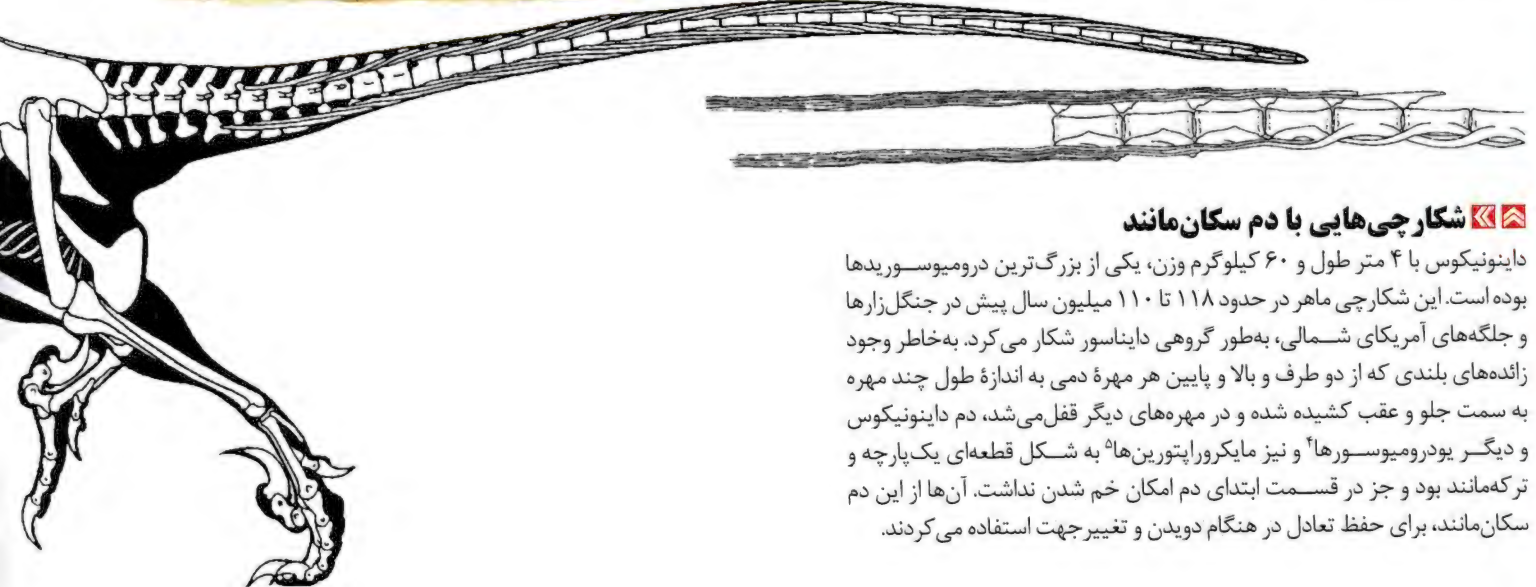
از درومیوسوریدها در دوره ژوراسیک هیچ اثری پیدا نشده است اما با توجه به گروه‌های خویشاوند آن‌ها، مثل تروئودونتیدها^۲ و پرندگان می‌دانیم که نخستین درومیوسوریدها می‌بایست در میانه یا پایان ژوراسیک ظاهر شده باشند. با توجه به ساختار بدن همین خویشاوندان و نگاهی به برخی از درومیوسوریدهای ابتدایی، می‌توان حدس زد که نخستین درومیوسوریدها نیز دایناسورهایی نیم‌متری با پرواز ابتدایی بوده‌اند. در اغلب تبارهای کوچک و بزرگی که طی کراتاسه در دل خانواده درومیوسوریدها تکامل یافتند، چنین نمونه‌هایی از درومیوسوریدهای پروازگر وجود دارند. این حیوانات کوچک به تدریج از آسیا، که مهد پیدایش نخستین آن‌ها بود، به آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی و ماداگاسکار رفتند.

شکارچی‌های گروهی

اغلب درومیوسوریدها شکارچیان گروهی بودند و با تکیه بر قدرت گروه می‌توانستند به شکارهای خیلی بزرگ‌تر از خود نیز حمله کنند. سنگواره چندین داینونیکوس^۳، که به یک تنونتوسورس^۴ (← فصل ۱۵) حمله کرده‌اند، در آمریکای شمالی کشف شده است. درومیوسوریدها به صورت گروهی به دایناسورهای جدا افتاده از گله حمله می‌بردند و با تعقیب شکار، آن را خسته می‌کردند. سپس به هوا می‌پریدند و با استفاده از ناخن بزرگ روی انگشت دوم پاهایشان، بدن شکار را می‌دریدند و درحالی که به کمک دست‌هایشان بر پشت جانور نگون‌بخت سوار می‌شدند، سعی می‌کردند ناخن‌های پایشان را به گلوی جانور نزدیک کنند و آن را از پای درآورند.

شکارچی‌هایی با دم سکان‌مانند

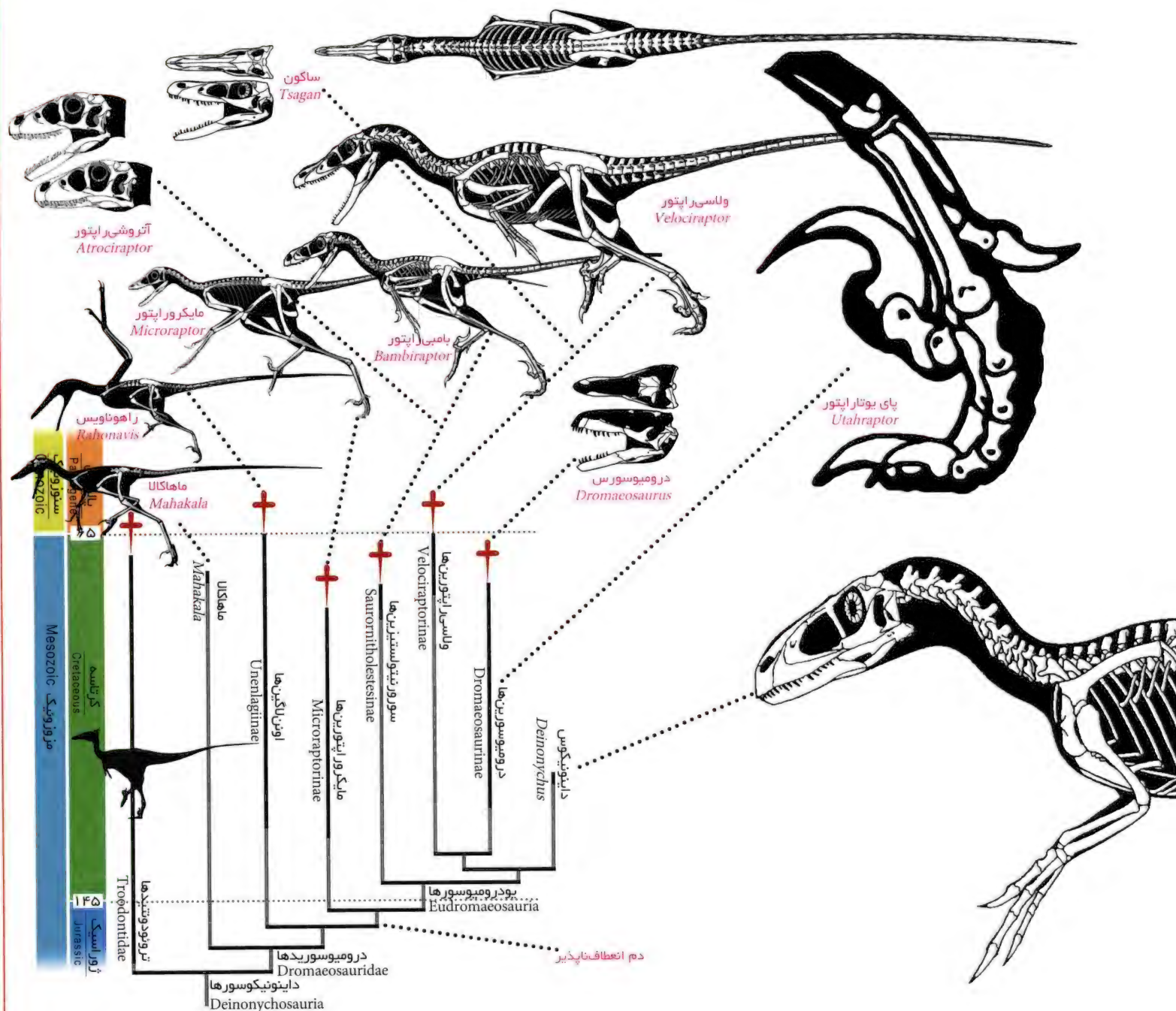
داینونیکوس با ۴ متر طول و ۶۰ کیلوگرم وزن، یکی از بزرگ‌ترین درومیوسوریدها بوده است. این شکارچی ماهر در حدود ۱۱۸ تا ۱۱۰ میلیون سال پیش در جنگل‌زارها و جلگه‌های آمریکای شمالی، به‌طور گروهی دایناسور شکار می‌کرد. به‌خاطر وجود زائده‌های بلندی که از دو طرف و بالا و پایین هر مهره دم به اندازه طول چند مهره به سمت جلو و عقب کشیده شده و در مهره‌های دیگر قفل می‌شد، دم داینونیکوس و دیگر یودرومیوسورها^۵ و نیز مایکروراپتورین‌ها^۶ به شکل قطعه‌ای یک‌پارچه و ترکه‌مانند بود و جز در قسمت ابتدای دم امکان خم شدن نداشت. آن‌ها از این دم سکان‌مانند، برای حفظ تعادل در هنگام دویدن و تغییر جهت استفاده می‌کردند.



تکامل درومیوسوریدها

و برخی مایکروراپتورین‌ها پروازگر بوده‌اند. طی تکامل درومیوسوریدها چندین گروه مختلف از آن‌ها نیز غول‌پیکر شدند. برای مثال، اُستروراپتور^{۱۱} از تبار اونن‌لاگین‌ها، داینونیکوس از یودرومیوسورها و یوتاراپتور^{۱۲} و آخیلوبه‌تور^{۱۳} از تبار درومیوسورین‌ها مهم‌ترین درومیوسوریدهای غول‌پیکر بودند. به‌ویژه یوتاراپتور که دست‌کم ۷ متر طول داشته اما نمونه‌ای ناقص از یوتاراپتور نشان می‌دهد که این دایناسور تا ۱۱ متر نیز رشد می‌کرده است!

ابتدایی‌ترین درومیوسورید، ماهاکالا^۸ بود که با ۷۰ سانتی‌متر طول، تنها ۴۰۰ گرم وزن داشت. ماهاکالا دستان بلندی برای پرواز کردن نداشت. پس از ماهاکالا چندین تبار از درومیوسوریدها تکامل یافتند؛ از جمله اونن‌لاگین‌ها^۹ که اغلب در خشکی‌های جنوبی سکونت داشتند و مایکروراپتورین‌ها که تبار دیگری از درومیوسوریدهای کوچک و اغلب پروازگر بودند. بقیه درومیوسوریدها در مجموع یودرومیوسور نامیده می‌شوند. یودرومیوسورها شامل شکارچیانی اغلب بزرگ‌تر از ۲ متر می‌شدند. شواهدی روشنی نشان می‌دهد دست‌کم اونن‌لاگین‌های ابتدایی (مثل راهوناویس^{۱۰})



درومیوسوریدهای جنوبی

درومیوسوریدهای ابتدایی است. در آخرین سال‌های قرن بیستم، زمانی که اونن‌لاگیا^۲ و سپس راهوناویس^۳ کشف شدند، دانشمندان بدون هیچ تردیدی آن‌ها را به‌عنوان پرندگان ابتدایی شناسایی کردند. جثه^۳ متری اونن‌لاگیا باعث می‌شد که این دایناسور را پرنده‌ای تصور کنند که قدرت پروازش را از دست داده است اما راهوناویس از همان ابتدا به‌عنوان موجودی پروازگر شناخته شد. تنها با کشف اُسترواپتور و کامل شدن قطعات جورچین تکامل اونن‌لاگین‌ها، ناگهان همه متوجه شدند که این «پرندگان» ابتدایی، در حقیقت چیزی جز درومیوسوریدهای پرنده‌مانند نیستند.

همه نمایندگان تبار اونن‌لاگین‌ها طی چند سال اخیر شناسایی شده‌اند. درک ما از تنوع درومیوسوریدها با کشف این شکارچی‌های جنوبی دستخوش تغییرات زیادی شد. نخست اینکه متوجه شدیم درومیوسوریدها نه تنها در آسیا و آمریکای شمالی و اروپا بلکه در خشکی‌های جنوبی، به‌ویژه آمریکای جنوبی و ماداگاسکار، هم ساکن بوده‌اند. دوم اینکه ظاهر همه درومیوسوریدها شبیه داینونیکوس و ولاسی‌راپتور نبوده است. پوزه‌های کشیده و تمساح‌مانند بوئیتره‌راپتور^۱ و اُسترواپتور از سویی یادآور تروئودونتیدها (فصل ۴۴) و از سوی دیگر یادآور اسپاینوسوریدها (فصل ۳۴) است. به‌نظر می‌رسد که اُسترواپتور در صید ماهی و دایناسورهای بزرگ رقیب جدی اسپاینوسوریدهای آمریکای جنوبی بوده و اندازه بزرگش نیز نشان‌دهنده همین واقعیت است. اونن‌لاگین‌ها دست‌های کوچکی نیز داشتند که آن‌ها را به تروئودونتیدها شبیه‌تر می‌کرد اما از همه جالب‌تر پرچ‌شدن استخوان‌های کف پا در برخی نمونه‌های آن‌هاست و ویژگی‌ای که به‌خصوص در تروئودونتیدها و بعضی سیلوروسورها (فصل ۳۷، ۳۸، ۴۱، ۴۲ و ۴۴) دیده شده است و پیش از این هرگز تصور نمی‌شد برخی درومیوسوریدها نیز دارای این خصوصیت باشند. این مورد آخر دلیل خوبی برای دونده‌بودن و مهارت اونن‌لاگین‌ها در شکار است. سومین موردی که با کشف اونن‌لاگین‌ها متوجه آن شدیم، پروازگر بودن

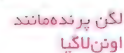


راهوناویس، ۷۰ تا
۶۵/۵ میلیون سال
پیش، ماداگاسکار

اُسترواپتور، ۷۸ تا ۶۵/۵
میلیون سال پیش، آمریکای
جنوبی

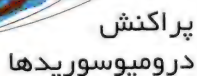
اونن‌لاگیا، ۹۱ تا ۸۸ میلیون
سال پیش، آمریکای جنوبی

بوئیتره‌راپتور، ۹۹ تا ۹۷
میلیون سال پیش، آمریکای
جنوبی



استروپتور حدود ۶ متر طول و ۳۰۰ کیلوگرم وزن داشت. جمجمه و دندان‌های این دایناسور به جمجمه اسپاینوسوریدها بسیار شباهت دارد و این مسئله نشان می‌دهد که استروپتور رقیب مهمی برای اسپاینوسوریدها بوده است. احتمالاً خویشاوندان دیگر استروپتور در آفریقا نیز وجود داشته‌اند و بعید نیست اگر در آینده نمونه‌های بزرگ‌تری از اونها لایگن‌های پوزه‌دراز در آمریکای جنوبی، آفریقا و دیگر خشکی‌های جنوبی کشف شود.

ابتدایی ترین اون لاگین شناخته شده، شانگ^۴ نام دارد. شانگ درومیسوریدی ۷۰ سانتی متری شبیه به ماهاکالا و تبار مایکروپراتورین ها بود که در حدود ۱۳۰ میلیون سال پیش در آسیا می زیست. به نظر می رسد که زمانی پیش تر از این - شاید در اواخر ژوراسیک یا اوایل کرتاسه - برخی خویشاوندان شانگ خود را از طریق اروپا به آفریقا و از آنجا به آمریکای جنوبی و ماداگاسکار رسانده باشند (فصل ۳۲) و بدین ترتیب اون لاگین ها در خشکی های جنوبی پراکنده شده باشند. راهونویس در پایان کرتاسه در ماداگاسکار زندگی می کرد اما نیاکانش بی شک مدت ها پیش تر، هم زمان با آبلی سوروئیدها از آمریکای جنوبی و قطب جنوب و استرالیا و هند به ماداگاسکار رسیده بودند. این درومیسورید کوچک می توانست پرواز کند اما بقیه اون لاگین ها قدرت پرواز نداشتند و دست های پرواز گر نیاکانشان در آن ها به دست هایی نسبتاً کوتاه تبدیل شده بود. در عوض، آن ها دوندگان خوبی بودند.



مایکروراپتورین‌ها و یودرومیوسورها

نمونه‌های بسیار زیادی از سنگواره‌های مایکروراپتورین‌ها در سال‌های اخیر کشف شده‌اند. به نظر می‌رسد که اغلب این دایناسورها پروازگر بوده‌اند و حتی از برخی پرندگان اولیه نیز بهتر پرواز می‌کرده‌اند؛ گرچه پرواز آن‌ها با پرندگان امروزی متفاوت بوده‌است. این دایناسورها تنها می‌توانستند از میان شاخ و برگ درختان به این سو و آن سو بپرند. توانایی بال‌زدن در این دایناسورها بسیار محدود بوده است اما احتمال دارد که آن‌ها شیوه خاص خود را برای پریدن ابداع کرده باشند. مایکروراپتورین‌ها در آسیا ظاهر شده‌اند اما هسپرونیکوس^۲، که عضو همین تبار است، مدت‌ها پس از خویشتن‌اندان پروازگرش در آمریکای شمالی می‌زیسته است.

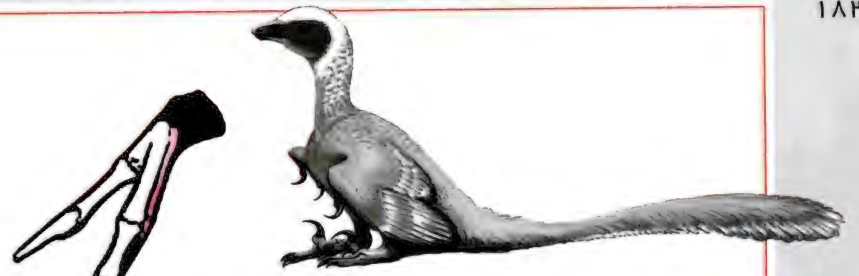
یودرومیوسورها شامل دایناسورهایی مثل داینونیکوس و سه تبار ولاسی‌راپتورین‌ها^۳، درومیوسورین‌ها^۴ و سورورنیتولستیزین‌ها^۵ می‌شود. ولاسی‌راپتورین‌ها در آسیا و اروپا پراکنده بودند. پالور تنها عضو اروپایی این تبار، دایناسوری بسیار غیرمعمول بود. این دایناسور تقریباً هم‌اندازه ولاسی‌راپتور بود اما بدنی توپرتر و قوی‌تری داشت. البته این تنها وجه تمایز پالور نبود. انگشت سوم دست پالور هم تحلیل رفته بود و در عمل تنها دو انگشت در دست‌های این شکارچی جزیره‌نشین شرق اروپا باقی‌مانده بود. از این عجیب‌تر، انگشتان پای پالور بود. انگشت نخست پا، که در تروپودها انگشتی کوچک و فرعی است و در یومانی‌راپتورها نیز کاملاً به سمت عقب برگشته است، در این نمونه استثنایی نه تنها بزرگ شده و به سمت جلو برگشته بود بلکه ناخن بسیار بزرگی شبیه به ناخن انگشت دوم پا هم روی آن وجود داشت. در واقع، پالور درومیوسوری با دو انگشت در دست و دو ناخن شکارگری در پایش بود! در این کتاب در مورد اثر جزیره‌ای بر کوچک‌شدن اندازه بدن دایناسورها صحبت خواهیم کرد (فصل ۵۰). اما به نظر می‌رسد که اثر جزیره‌ای بر این دایناسور نه تنها تأثیر عکس داشته بلکه باعث تغییر شکل شدید دست‌ها و پاهایش نیز شده است.

تبار درومیوسورین‌ها شامل نمونه‌هایی کوچک مثل درومیوسورس^۶ و نمونه‌هایی غول‌آسا مثل آخیلوبه‌تور^۷ و یوتاراپتور^۸ است. یوتاراپتور دست کم ۷ متر و به شهادت یک نمونه خاص، تا ۱۱ متر طول داشته است.

سورورنیتولستیزین‌ها تبار دیگری از یودرومیوسورها بودند که در برخی موارد به ولوسیراپتورین‌ها و گاهی هم به مایکروراپتورین‌ها شباهت داشتند. بامبی‌راپتور^۹ کوچک‌ترین عضو این گروه است که قادر بود حتی با یک دست، اشیاء را بردارد یا تکه‌های گوشت را از بدن شکارش جدا کند.

شکارچیان جنگلی

درومیوسوریدها بیشتر در خشکی‌های شمالی، به‌ویژه در جنگل‌ها، زندگی می‌کردند. درومیوسوریدهای کوچک‌تر درخت‌زی بودند و از بالای درختان به کمین شکار خود می‌نشستند. درومیوسوریدهای بزرگ‌تر نیز در میان جنگل‌ها کمین می‌کردند و روی زمین به دنبال صید می‌گشتند. یوتاراپتور ۷ تا ۱۱ متری، بزرگ‌ترین درومیوسورید شناخته شده است که ۱۳۰ تا ۱۲۵ میلیون سال پیش در جنگل‌های حاشیه رودها و بوته‌زارهای آمریکای شمالی می‌زیسته است.



دست و پای پالور^۱

در این خویشتن‌اند نزدیک ولوسیراپتور، انگشتان دست و پا به نحو عجیبی دچار تکامل شده و از این دایناسور دو متری، هیولایی آماده برای کشتار ساخته بودند. پالور با تایتانوسورهایی مثل مایگاریوسورس^۱ (فصل ۲۸) در جزایر شرق اروپا می‌زیسته و از ناخن‌های دوگانه‌اش احتمالاً برای پاره کردن پوست این تایتانوسور کوتوله استفاده می‌کرده است.



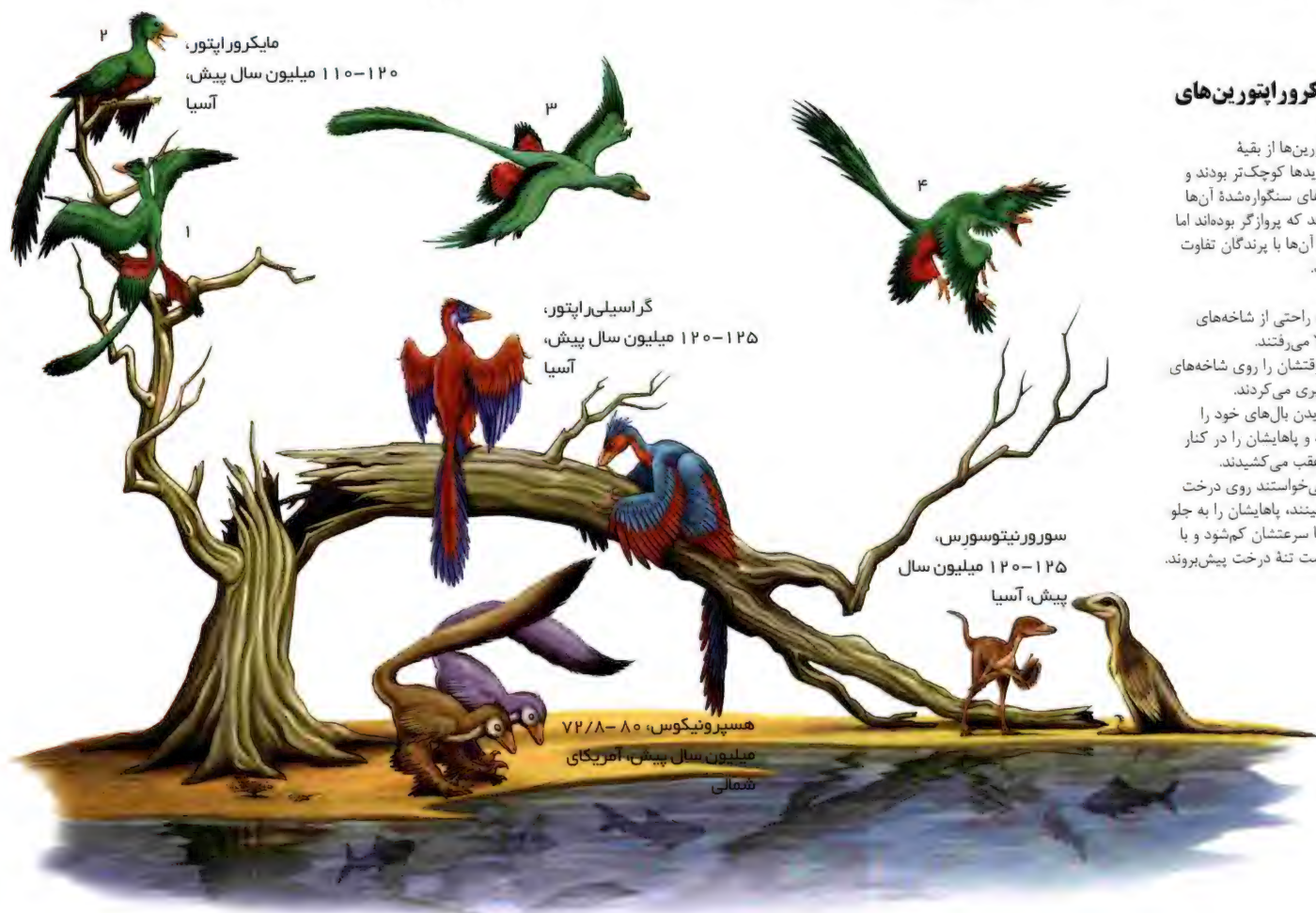


بامبی راپتور و احتمالاً بقیه سوروریتولستیزین‌ها، توانایی زیادی در استفاده از دست‌هایشان داشتند. قرارگیری کامل انگشت شست در برابر دو انگشت دیگر، همین‌طور دستان بلند (در حقیقت بال‌های بلند) به این دایناسورها کمک می‌کرد که با یک دست تکه‌های غذا و چیزهای دیگر را بردارند و به دهان بگذارند یا برای خانواده خود هدیه ببرند. در اینجا تصویری از میزان آزادی حرکت مفاصل دست در بامبی راپتور دیده می‌شود.

در تصویر پایین نیز چند مایکرواپتورین دیده می‌شوند. مایکرواپتورین‌ها گرچه نمی‌توانستند به خوبی بامبی راپتور چیزی را با دستشان بلندکنند، در عوض می‌توانستند به خوبی به کمک دست‌هایشان، پرواز کنند!

مایکرو راپتورین‌ها از بقیه درومیسوسوریدها کوچک‌تر بودند و ساختار پره‌ای سنگواره‌شده آن‌ها نشان می‌دهد که پرواز گر بوده‌اند اما شیوه پرواز آن‌ها با پرندگان تفاوت داشته است.

- ۱- آن‌ها به راحتی از شاخه‌های درختان بالا می‌رفتند.
- ۲- بیشتر وقتشان را روی شاخه‌های درختان سپری می‌کردند.
- ۳- برای پریدن بال‌های خود را باز می‌کردند و باهاش‌ها را در کنار دشمنان به عقب می‌کشیدند.
- ۴- وقتی می‌خواستند روی درخت دیگری بنشینند، باهاش‌ها را به جلو می‌آوردند تا سرعشان کم‌شود و با سینه به سمت تنه درخت تکیه می‌کردند.



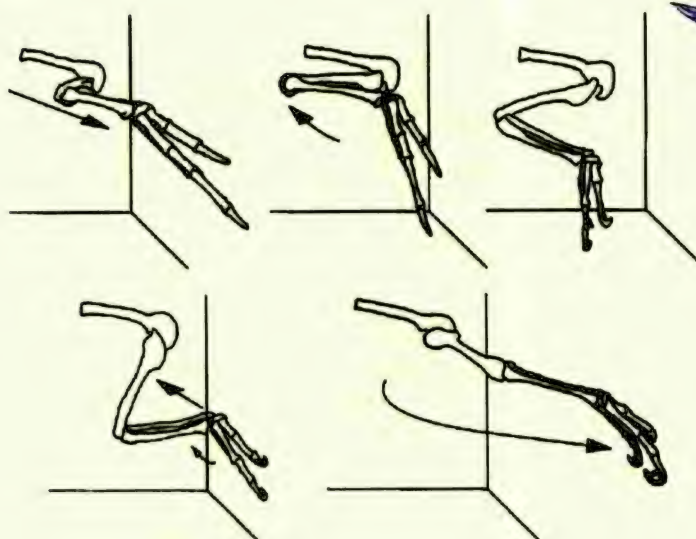
- 1- *Balaor* 2- *Hesperonychus* 3- Velociraptorinae 4- Dromaeosaurinae 5- Saurornitholestesinae 6- *Dromaeosaurus* 7- *Achillobator* 8- *Utahraptor*
9- *Bambiraptor* 10- *Bambiraptor*

تکامل پرواز در دایناسورها

پرواز یکی از کارآمدترین شیوه‌های حرکتی و البته یکی از نادرترین رخدادهای تکاملی است. طی تاریخ حیات، پرواز واقعی تنها چهار بار تکامل یافته است که به ترتیب قدمت عبارت‌اند از: حشرات، تروسورها، دایناسورها و خفاش‌ها. جالب این است که دو بار از این چهار بار به خزندگان مربوط می‌شود؛ گرچه تروسورها و دایناسورها دارای ویژگی‌هایی بودند که به‌سختی می‌توان گفت که آن‌ها «می‌خزیدند»! در این کتاب به‌طور گذرا درباره‌ی مهم‌ترین ویژگی‌هایی که به آغاز پرواز منتهی شدند، صحبت کردیم. پس در اینجا از آن‌ها می‌گذریم و به دو پرسش کلیدی می‌پردازیم: (۱) بال‌زدن چگونه تکامل یافته است؟ (۲) نخستین پرواز از روی زمین شروع شد یا درخت؟ البته اطمینان داریم که تاکنون پاسخ هر دو پرسش برای شما روشن شده است اما به‌رحال، این دو موضوع بیش از یک و نیم قرن، ذهن زیست‌شناسان را به خود مشغول کرده بود و تا کشف نمونه‌های مهمی مثل مایکروراپتورین‌های پردار، پاسخ آن‌ها مشخص نبود.

حرکت دست در مانی‌راپتورها

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های مانی‌راپتورها پیدایش استخوان هلالی در مچ دست است (فصل ۳۹). این استخوان موجب افزایش آزادی حرکت مچ دست در این دایناسورها شد. گروه‌های مختلف از مانی‌راپتورها با تکیه بر این ویژگی توانستند در خوردن برگ‌های درختان، حشرات، و شکارهای کوچک و بزرگ موفق‌تر از دایناسورهای دیگر عمل کنند. یومانی‌راپتورها نیز به‌خاطر داشتن همین ویژگی، می‌توانستند طعمه‌های خود را با حرکتی این‌چنینی چنگ بزنند. همین نوع حرکت دست، در نیاکان پرندگان به‌جای گرفتن طعمه، به بال‌زدن منجر شد.

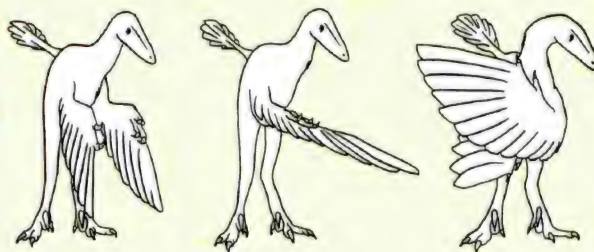


ماهیچه‌های بدن مایکروراپتور

در یومانی‌راپتورها علاوه بر ماهیچه‌های قوی پا، ماهیچه‌های قوی سینه‌ای، که بازوها را پایین می‌کشند، قسمت مهمی از دستگاه حرکتی هستند. استخوان جناغ محل اتصال این ماهیچه‌هاست. به‌تدریج با پیشرفت توانایی پرواز در پرندگان، اندازه استخوان جناغ تا حد امروزی رشد کرد. استخوان جناغ همان استخوان پرگوشت سینه مرغ است. گاه به اشتباه استخوان چنبری را که از اتصال دو ترقوه در نیوتروپودها به‌وجود آمده است، در پرندگان «جناغ» می‌نامند (فصل ۲۹).

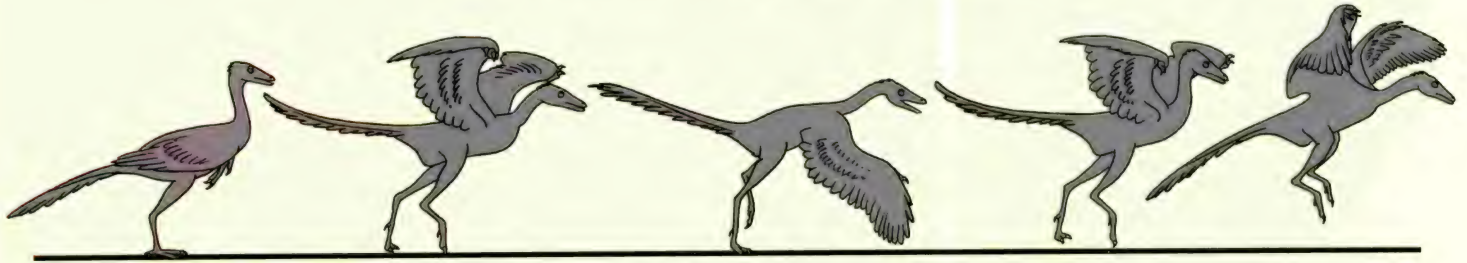
نقش پرها در گرفتن شکار

یومانی‌راپتورها با وجود پرهای بلند پشت دست‌ها، هیچ مشکلی برای گرفتن شکار در دست‌هایشان نداشتند. پرها پشت انگشتان بودند و در دایناسورهای کوچکی مثل مایکروراپتورین‌ها، که حشره‌خواری می‌کردند، وجود آن‌ها باعث می‌شد که بتوانند حشرات در حال پرواز را به راحتی صید کنند.



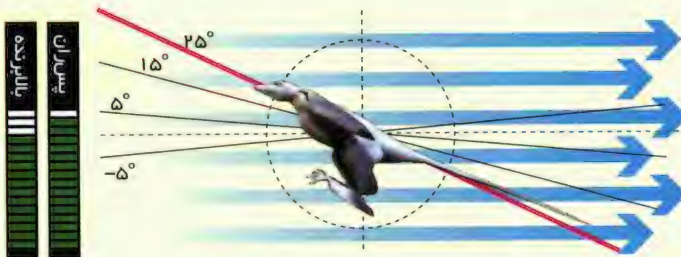
پرواز از روی زمین آغاز شد یا شاخه‌های درختان؟

دو نظریه بسیار پرطرفدار برای پیدایش پرواز در دایناسورها وجود دارد. نظریه نخست می‌گوید که دایناسورهای شکارچی، مثل درومیوسوریدها، به دنبال حشرات می‌دویدند؛ سپس این دویدن به بال‌زدن (شاید برای سرعت گرفتن) و در ادامه به پرواز منتهی شده است. نظریه دوم می‌گوید که نخستین دایناسورهایی که پرواز کرده‌اند، از میان شاخ و برگ درختان به این سو و آن سو می‌پریده و برای این پریدن دست‌های پردار خود را می‌گشوده‌اند. سپس این حرکت به بال‌زدن تغییر کرده، و پرواز حقیقی به وجود آمده است. کشف دایناسورهایی مثل مایکروراپتور، پدوپنا (← فص. ۴۳) و آنکی اورنیکس (← فص. ۴۴) نشان داد که یومانی‌راپتورها در اصل درخت‌زی بوده‌اند و انواع دونده، از تکامل دوباره همین انواع درخت‌زی و پروازگر به وجود آمده‌اند.

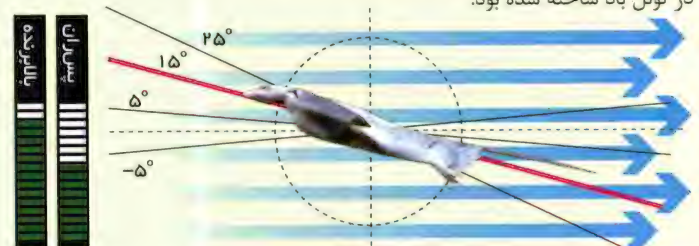


آزمایش تونل باد

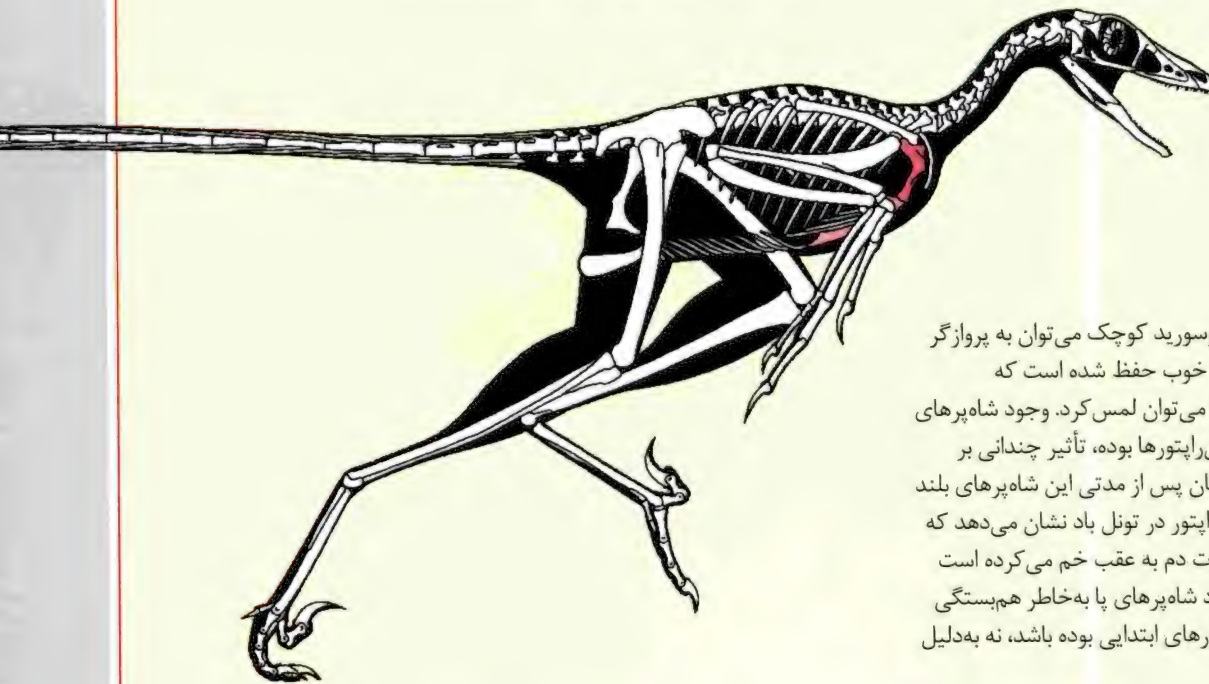
بررسی انگاره‌ای از مایکروراپتور، که دقیقاً هم‌اندازه نمونه سنگواره‌شده‌ای است که در تونل باد ساخته شده بود.



وقتی مایکروراپتور به درختی نزدیک می‌شود، پاهایش را پایین می‌آورد؛ طوری که نیروی پس‌ران افزایش می‌یابد و موجب کم‌شدن سرعت می‌شود. به علاوه، نیروی بالابرنده نیز کاهش می‌یابد و حیوان می‌تواند روی تنه درخت بنشیند.



بهترین حالت برای پرواز این دایناسور با سرعت ۲۵ کیلومتر در ساعت، وضعیتی است که در آن پاها به‌طور موازی با دم به عقب کشیده شده باشند و پاهای پاها در کنار دم قرار گیرند. در این حالت، تفاوت نیروی بالابرنده و پس‌ران به بیشترین حد می‌رسد.



دست بلند و کشیده، استخوان غرابی بلند (که میان استخوان جناغ و کتف قرار می‌گیرد) و جناغ نسبتاً بزرگ، همگی از قدرت دست‌های این دایناسور برای پرکشیدن خبر می‌دهند.

اسکلت مایکروراپتور

با نگاهی گذرا به استخوان‌بندی این درومیوسورید کوچک می‌توان به پروازگر بودن آن پی‌برد. سنگواره این دایناسور آن‌قدر خوب حفظ شده است که شاه‌پره‌های بلند دست‌ها و پاهای این حیوان را می‌توان لمس کرد. وجود شاه‌پره‌های بلند روی پاها، که ویژگی مشترک همه یومانی‌راپتورها بوده، تأثیر چندانی بر بهبود پرواز آن‌ها نداشته است. بنابراین، پرندگان پس از مدتی این شاه‌پره‌های بلند را از دست داده‌اند. آزمایش انگاره‌های مایکروراپتور در تونل باد نشان می‌دهد که این دایناسور در زمان پرواز پاهایش را به موازات دم به عقب خم می‌کرده است (تصویر صفحه پیش را هم ببینید). شاید وجود شاه‌پره‌های پا به‌خاطر هم‌بستگی ژنتیک میان ساختار دست و پا در یومانی‌راپتورهای ابتدایی بوده باشد، نه به‌دلیل فایده این پرها برای پرواز!



اسکانسور یوپ تریجیدها جن های درختی

این خانواده کوچک و عجیب، ابتدایی ترین آویالین ها^۱ محسوب می شوند. اگر بخواهیم همه آویالین ها را «پرنده» بنامیم، سخن دقیقی نگفته ایم. منظور از آویالین ها، گروهی از دایناسورهاست که بیش از آنکه به درومیسوریدها شبیه باشند، به پرندگان امروزی شبیه اند. اسکانسور یوپ تریجیدها^۲ خویشاوندی نزدیک تری با پرندگان دارند اما در حقیقت شاخه ای جانبی از تکامل تبار پرندگان محسوب می شوند. زندگی این دایناسورهای درختزی احتمالاً شبیه پستانداران حشره خوار و درختزی امروزی بوده است. به ویژه انگشت بلند، اندازه فوق العاده کوچک، شکل دندان ها و چشم های درشتشان بیانگر این موضوع است.

نخستین آویالین ها

از زمانی که نخستین بار پرندگان به عنوان زیرگروه دایناسورها رده بندی شدند، یعنی از سال ۱۹۸۶ میلادی، تا امروز که حتی سرسخت ترین مخالفان نیز این موضوع را پذیرفته اند، بر سر اینکه به کدام دسته از دایناسورها باید «پرنده» بگوییم، اختلاف نظر وجود داشته است. آیا پرندگان همه دایناسورهای پردار را شامل می شود؟ اگر این طور باشد، تیرانوسورس نیز نوعی پرنده خواهد بود. آیا پرندگان ابتدایی ترین دایناسورهایی را که پرواز کرده اند، شامل می شود؟ در این صورت، عده ای اعتقاد دارند که نیای مشترک یومانی راپتورها و حتی آوی راپتوروسورها پروازگر بوده است و عده ای نیز بر این عقیده اند که پرواز جز در پرندگانی که استخوان جناغ بزرگ دارند، پرواز حقیقی محسوب نمی شود؛ بنابراین، به جای به کار بردن اصطلاح «پرنده» یا معادل آن در زبان های دیگر، اصطلاح «آویالین ها» برای همه دایناسورهایی به کار می رود که در درخت تکاملی به پرندگان امروزی نزدیک ترند تا به درومیسوریدها. از واژه پرنده نیز تنها برای اشاره به تبار پرندگان امروزی استفاده می شود.

اسکانسور یوپ تریجیدها

اطلاعات ما در مورد این تبار از دایناسورها بسیار ناچیز است اما این مسئله از اهمیت اسکانسور یوپ تریجیدها نمی کاهد. اگر سن گزارش شده سنگواره های آن ها درست باشد، این دایناسورهای کوچک در ژوراسیک میانی در آسیا می زیسته اند؛ یعنی، در حدود ۱۷۲ تا ۱۶۵ میلیون سال پیش. بنابراین، نیاکان مشترک آن ها با پرندگان و یومانی راپتورهای دیگر پیش از آن زمان وجود داشته و از آنجا که نیای مشترک یومانی راپتورها پروازگر بوده است، پس احتمالاً نخستین سیلوروسورهای پروازگر در ژوراسیک میانی ظاهر شده اند. به هر حال، اسکانسور یوپ ترها یا پروازگر نبوده اند یا قدرت کمی در پرواز داشته اند.

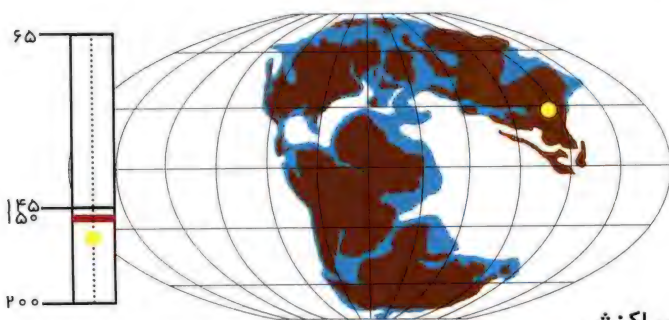
اسکلت اپی دکسیپ تریکس^۳ و اپی دندروسورس^۴

در اینجا هر کدام از این دو موجود تقریباً در یک دوم اندازه طبیعی خود ترسیم شده اند. سنگواره اپی دکسیپ تریکس شامل آثار پره های بلندی در انتهای دم کوتاه این دایناسور نیز می شود. به شکل لگن، جمجمه و دست های آن ها توجه کنید.



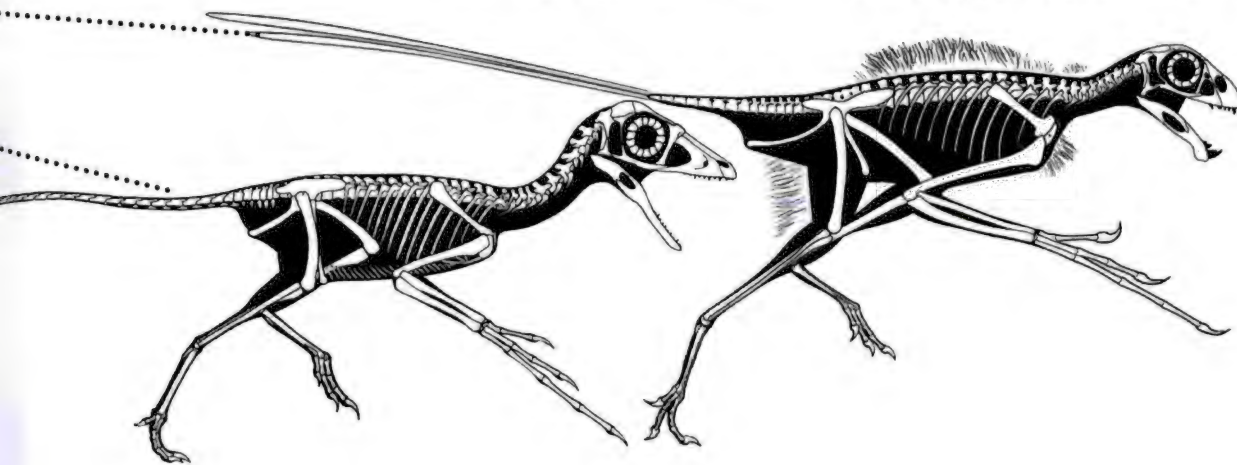
حشره خوار دراز دست

اسکانسور یوپ تریجیدها از انگشتان درازشان درست مثل آی آی های^۵ امروزی، برای درآوردن کرم های حشرات از زیر پوست درختان استفاده می کردند. آی آی ها گروهی از پستانداران نخستی هستند که در ماداگاسکار زندگی می کنند.



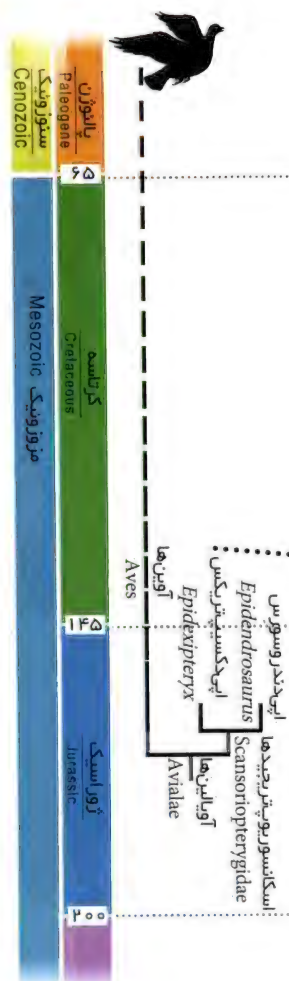
پراکنش اسکانسور یوپ تریجیدها

این خانواده تنها شامل دو دایناسور شناخته شده است که هر دو آن ها ۲۵ سانتی متر طول داشته و در برخی ویژگی های عجیب، مثل شکل لگن و انگشت دراز دست ها، با هم مشترک بوده اند.



ایپی‌دکسیپ‌تریگس

دایناسوری عجیب و بسیار کوچک که خوشاوند نزدیک پرندگان است اما مثل پستانداران نخست‌ی انگشت‌های درازی دارد که به کمک آن‌ها کرم‌های حشرات را از زیر پوست درختان بیرون می‌کشد و می‌خورد.



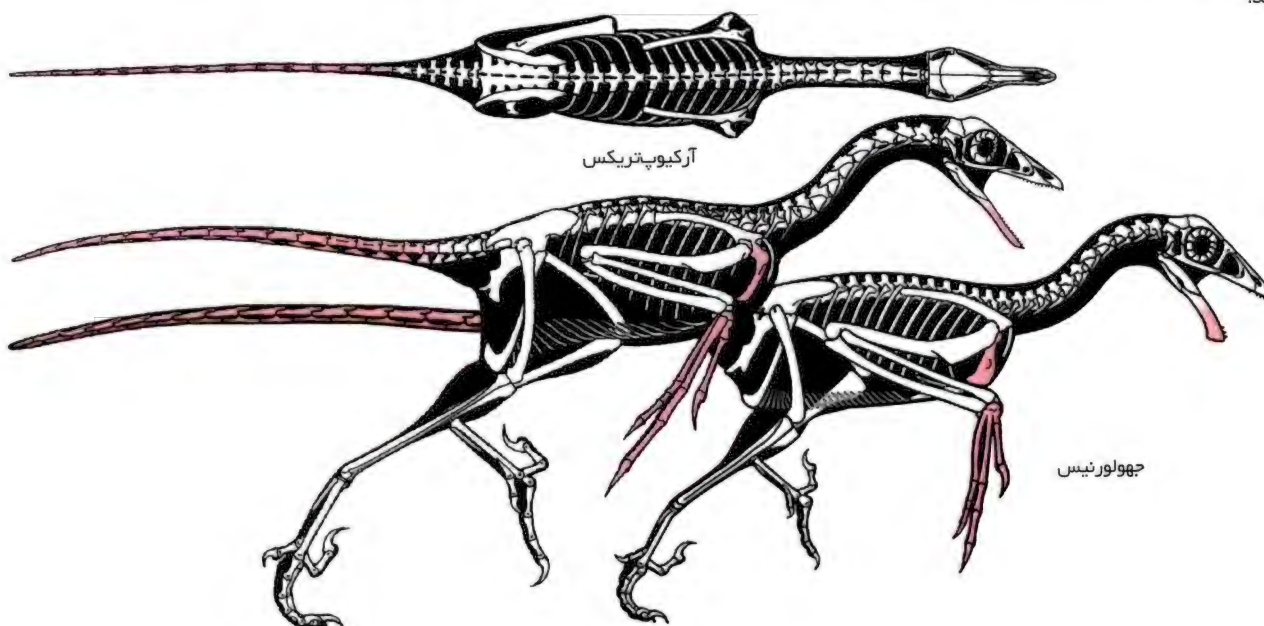
مجموعه آرکیوپتریکس

آرکیوپتریکس دندان‌هایی کوچک و با فاصله داشت که احتمالاً در خوردن ماهی به کار می‌آمدند. به چشم‌های درشت، جعبه مغزی بزرگ (فصل ۴۴) و پوزه باریک این دایناسور دقت کنید.



آرکیوپتریکس و جهولورنيس

آرکیوپتریکس دایناسوری ۴۵-۴۰ سانتی‌متری با وزنی حدود نیم کیلوگرم، شباهت بسیار زیادی به یومانی‌رپتورهای ابتدایی دیگر مثل مایکروراپتور (فصل ۴۵) و آنکی‌اورنيس (فصل ۴۴) داشته است. بسیاری از دانشمندان عقیده دارند که آرکیوپتریکس بیش از آنکه به پرندگان شبیه باشد، به داینونیکوسورها شبیه بوده است. جهولورنيس اندکی بیش از آرکیوپتریکس به پرندگان شباهت یافته بود اما برخلاف انتظار، دمی بلندتر از آرکیوپتریکس داشت. جهولورنيس ۷۵ سانتی‌متر طول و ۶۰۰ گرم وزن داشت و ۱۱۰-۱۲۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست. بقایایی از ماهی و میوه‌ها و دانه‌های گیاهان در شکم جهولورنيس پیدا شده است. آرکیوپتریکس نیز احتمالاً ماهی‌خوار بوده است.



بهتر است از واژه «پرندگان» تنها برای نامیدن نمایندگان تبار امروزی آوین‌ها^۱ استفاده کنیم؛ هرچند در بسیاری از متون، آوین‌ها را مترادف پرندگان در نظر می‌گیرند. طبق قوانین نام‌گذاری علمی جانوران، آوین‌ها شامل آرکیوپتریکس^۲، پرندگان امروزی و همه موجوداتی می‌شوند که از نظر تکاملی در میان آن‌ها جای دارند. نخستین آوین‌ها قدرت پروازی بیش از یومانی‌رپتورهای پیش از خود نداشته‌اند. پرواز حقیقی، یعنی آنچه در پرندگان امروزی می‌بینیم، مدت‌ها بعد در آوین‌های دارای ماهیچه‌های قوی سینه‌ای تکامل یافت.

ویژگی‌های نخستین آوین‌ها

روزگاری تشخیص دادن آوین‌ها از داینونیکوسورها کار دشواری نبود اما با کشف داینونیکوسورهای ابتدایی، مرز میان این دو گروه فوق‌العاده باریک‌تر شد. اکنون ویژگی‌های اندکی وجود دارند که تنها در آوین‌ها دیده می‌شوند. این امکان هم وجود دارد که در آینده داینونیکوسورهایی پیدا کنیم که درست همین ویژگی‌ها را نشان دهند. همین امروز هم دست کم یک مورد از ویژگی‌های آوین‌ها (جوش خوردن استخوان‌های غرابی و کتف) در برخی داینونیکوسورهای ابتدایی دیده می‌شود. به جز آرکیوپتریکس، که سنگواره‌اش از اروپا به دست آمده است، بیشترین دانش ما در مورد این گروه از سنگواره‌های چین می‌آید.

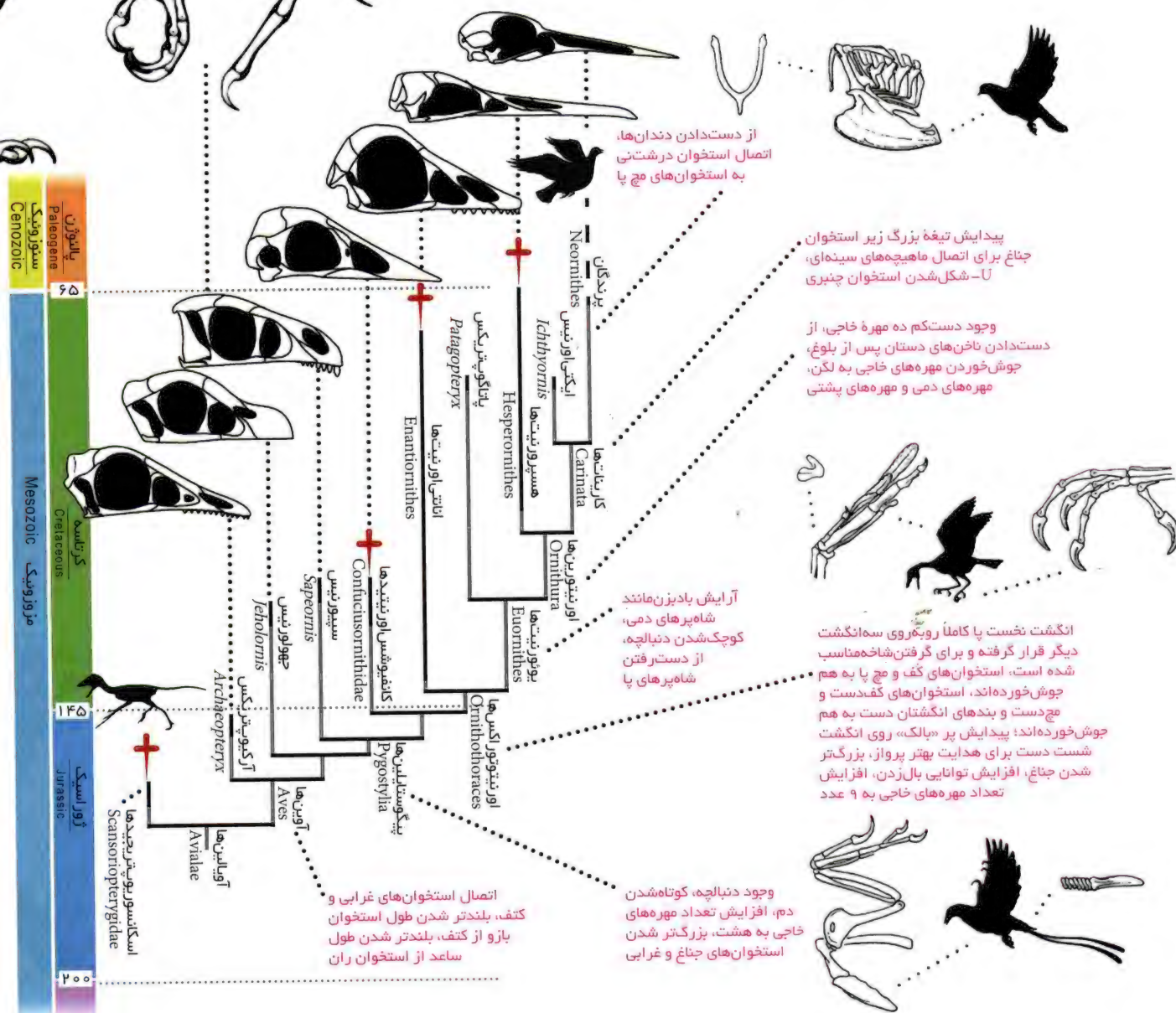
به جز آرکیوپتریکس و جهولورنيس^۳، بقیه آوین‌ها دمه‌های کوتاهی داشته‌اند. در این دایناسورها دم کوتاه شده و چند مهره آخر دمی به هم متصل شده و تشکیل دنبالچه^۴ داده‌اند (فصل ۴۰ و ۴۲). به این تبار از دایناسورهای دنبالچه‌دار، پیگوستایلین‌ها^۵ می‌گوییم که شامل موجوداتی چون سپیورنيس^۶، خانواده کانفیوشس‌اورنیتیداها^۷، انانتی‌اورنیت‌ها^۸ و اورنیتورین‌ها^۹ بودند. به جز کوتاه شدن دم و تشکیل دنبالچه، تعداد مهره‌های خاجی این دایناسورها به ۸ عدد افزایش یافته است. افزایش مهره‌های خاجی در دایناسورها متناسب با افزایش قدرت تعادل بدن روی دوپاست. با توجه به درخت‌زی بودن آوایلین‌ها و تکیه بیشتر گروه‌های پیشرفته‌تر آن‌ها به نشستن روی پا - به جای اینکه با دست‌های خود شاخه‌ها را بگیرند - به تدریج قدرت پاها برای شاخه‌نشینی و گرفتن شاخه‌ها با پنجه پاها افزایش یافت و آن‌ها هر چه بیشتر به پرندگان شبیه شدند.

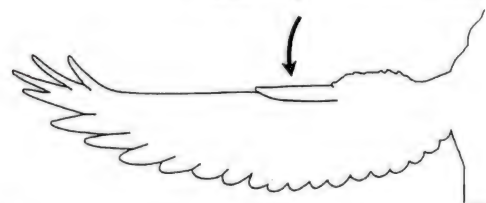
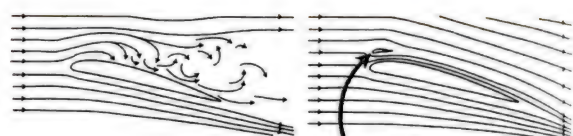
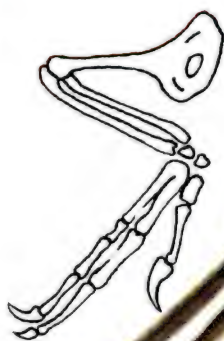
۸۹



ندین گروه بی دندان یا با
تبار پرندگان امروزی، که
بی دندان آوین ها هستند.
در بقیه گروه ها دندان ها
مثال، در سپیورنیس - که
آرواره ها را می پوشاند. به
عوار دقت کنید (← فص).
داشت؛ یعنی، به اندازه
زیست.

از دست دادن دندان ها،
اتصال استخوان درشت تنی





کانفیوشس اورنیتیدا

یکی از ابتدایی ترین آوین های دارای دنباله، خانواده کانفیوشس اورنیتیداها بودند. این دایناسورها نیز مثل بسیاری تروپوهای گیاه خوار دیگر، دندان های خود را از دست داده بودند و منقاری بزرگ داشتند. دست های آنها گرچه به تدریج داشت به بال تبدیل می شد اما همچنان قدرت در خور توجهی قسمت ابتدایی استخوان بازوی آنها عریض و دارای یک سوراخ بزرگ بود. در انتهای دم کوتاه این دایناسورها و بسیاری از آوین های دیگر، به جای شاه پرهای بادبزن (که در آوی راپتوروسورها و پرندگان امروزی دیده می شود) دو پر بلند و رنگی وجود داشت. در اینجا تصویر کانفیوشس اورنیس^۱ روی درخت، دست این دایناسور و اسکلت چانگ چنگورنیس^۲ در حال استراحت و پرواز دیده می شود. کانفیوشس اورنیس ۵۰ سانتی متر و چانگ چنگورنیس ۲۰ سانتی متر طول داشتند و هر دو ۱۲۵ تا ۱۲۰ میلیون سال پیش در چین می زیستند.



بالک

این پر که برای نخستین بار در نیای مشترک انانته اورنیتها و پرندگان امروزی ظاهر شده است، نقش بسیار مهمی در پیشگیری از آشوب جریان هوا در بالای بال و نیز هرچه بهتر شدن قدرت و کیفیت پرواز دارد.

انانته اورنیتها

گرچه استخوان جناغ در این دایناسورها به اندازه پرندگان امروزی نرسیده بود، احتمالاً پرواز و بال زدن در آنها به حدی رسیده بود که بتوانند مسافت های طولانی پرواز کنند. این دایناسورها که طی دوره کرتاسه به تنوع بسیار زیادی دست یافتند، گسترده ترین و مهم ترین گروه از آوین ها تا پایان کرتاسه بودند اما در پایان کرتاسه به همراه دیگر دایناسورها منقرض شدند. گرچه اغلب انانته اورنیتها دندان دار بوده اند، برخی نیز دندان هایشان را از دست داده بوده اند. انواع ماهی خوار، حشره خوار، میوه خوار، دانه خوار و شکارچی های گوشت خوار در میان این دایناسورها تکامل یافتند. انانته اورنیت های ۳ سانتی متری و همین طور نمونه هایی به بزرگی عقاب هم در میان آنها تکامل یافته اند. در اینجا اسکلت ساینورنیس^۳ را می بینید؛ به استخوان جناغ بزرگ، دنباله کشیده و دندان های کوچکش دقت کنید. آوی سورس^۴ نمونه ای بزرگ به اندازه بوقلمون بود که زندگی ای شبیه پرندگان شکاری امروزی داشت. آوی سورسها به دلیل قدرت پرواز در همه دنیا پراکنده شدند. برخی از ویژگی های مهم پروازی مشترک با پرندگان امروزی برای نخستین بار در این دایناسورها ظاهر شد؛ برای مثال، جوش خوردن استخوان های کف و مچ دست و پیدایش یک پر مهم به نام «بالک»^۵ روی انگشت شست دستها که برای هدایت بهتر جریان هوا در حین پرواز به کار می رود.

پرنده‌ای که هرگز نبود!

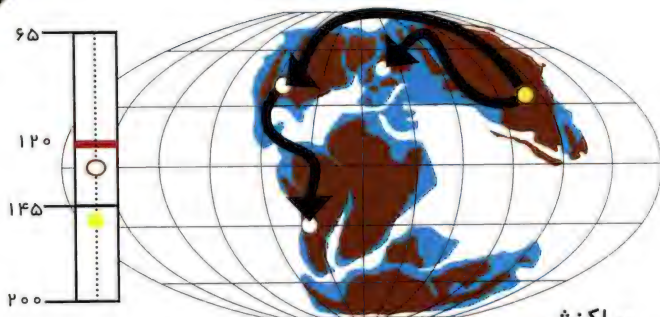
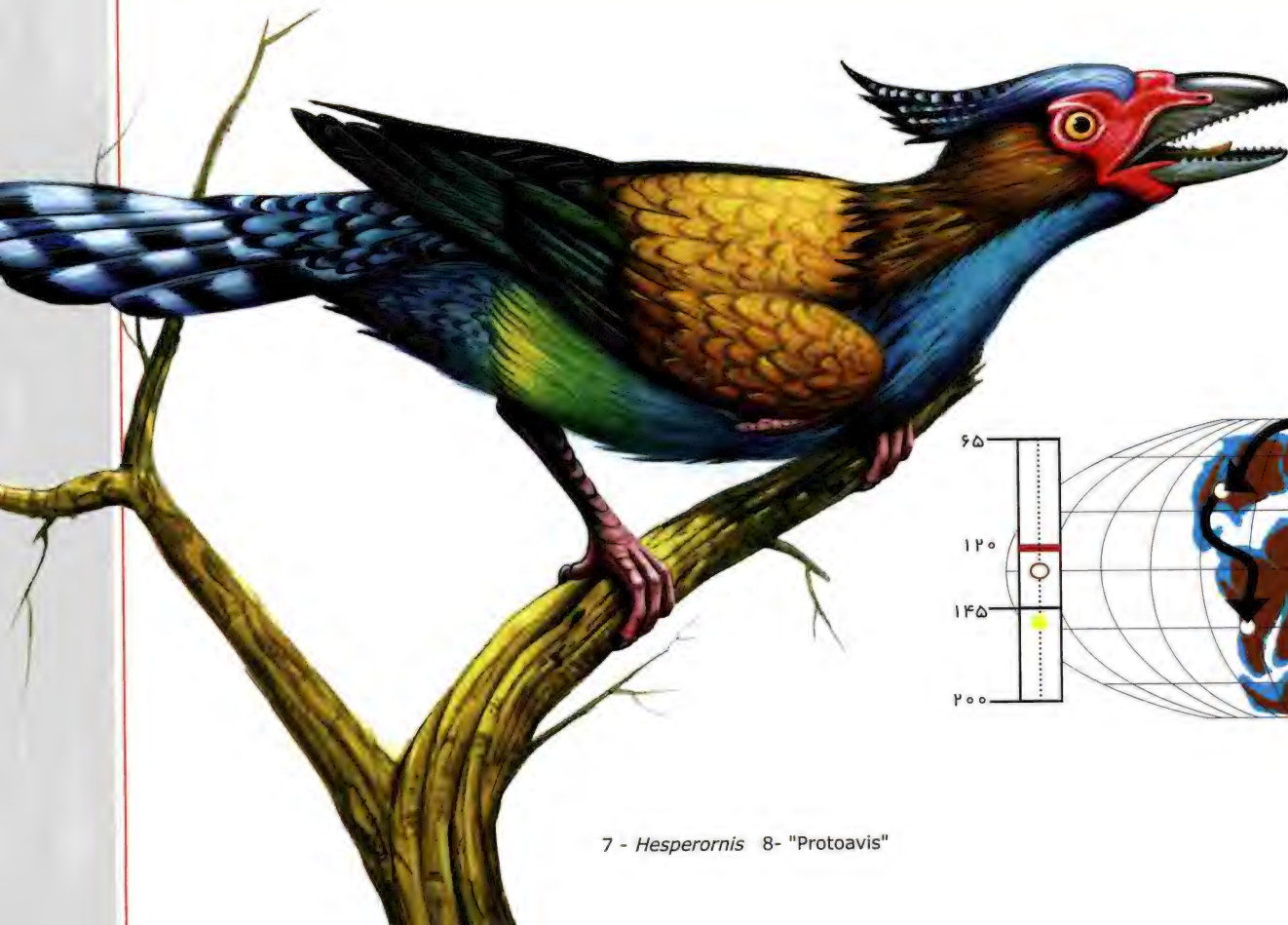
در اوایل دهه ۹۰ میلادی، موجی از کشفیات سنگواره‌های دایناسورها در جهان شروع شد که بیش از همه بر اثر پیداشدن نمونه‌هایی در چین بود. کانفیوشس اورنیس و ساینورنیس نمونه‌هایی از آوین‌های چینی بودند که در همین زمان کشف شدند. تا پیش از کشف این نمونه‌ها دنیای پرندگان و خویشاوندان سنگواره آن‌ها به آرکیوپتریکس و یکی دو نمونه دیگر، مثل هسپرورنیس، محدود می‌شد. بنابراین، دانشمندان ناگهان با تعداد زیادی موجود عجیب و غریب روبرو شدند که به‌سختی درکی از تکامل آن‌ها در دست بود. بسیاری از نمونه‌هایی که در آن زمان کشف و به‌عنوان «پرنده» یا «آوین» معرفی شدند، امروزه در دل گروه‌های دیگر سیلوروسورها قرار می‌گیرند. مهم‌ترین خانواده‌ای که در آن زمان به‌عنوان پرنده شناخته می‌شدند، آلوارزسوریدها بودند (فصل ۴۱).

در همین زمان، سنگواره مرموزی از تریاس بالایی در آمریکای شمالی به دست آمد که حدود ۶۵ میلیون سال از آرکیوپتریکس قدیمی‌تر بود (دقت کنید از انقراض دایناسورها تا امروز نیز ۶۵ میلیون سال می‌گذرد). این «پرنده» پروتوئویس^۸ نامیده شد که به‌معنای «پرنده ابتدایی» است. جالب اینکه در بررسی‌های تکاملی به‌نظر می‌رسید که پروتوئویس به پرندگان امروزی شبیه‌تر است! به‌علاوه، «اورنیتومایموسور»هایی (فصل ۳۸) نیز از همان منطقه کشف شدند که قدمت آن‌ها نیز به تریاس بالایی می‌رسید. در همین کتاب با یکی از این «اورنیتومایموسورها» آشنا می‌شوید که عاقبت مشخص شد نوعی کروکودیل است (فصل ۸)! به‌نظر می‌رسد که پروتوئویس نیز نه یک پرنده، بلکه ترکیبی از بقایای یک یا چند کروکودیل، دایناسور و حیوانات دیگر باشد. برای مثال، می‌دانیم که سیلوروسورها (از جمله پرندگان) دست‌های سه‌انگشتی (یا کمتر) داشته‌اند اما پروتوئویس دستانی چهار انگشتی دارد. همین موضوع نشان می‌دهد که این «پرنده» اصلاً نه سیلوروسور است، نه مثل پرنده‌ها شاه‌پر داشته و نه پرواز می‌کرده است (اگر فرض کنیم که این موجود واقعا وجود داشته است و ترکیبی از بقایای چند حیوان دیگر نیست)!



ساینورنیس

ساینورنیس، که تصویرش را در اینجا می‌بینید، به‌کوچکی یک قمری بوده (۱۴ سانتی‌متر) و ۱۲۰ تا ۱۱۰ میلیون سال پیش در آسیا می‌زیست.



پراکنش
نخستین آوین‌ها

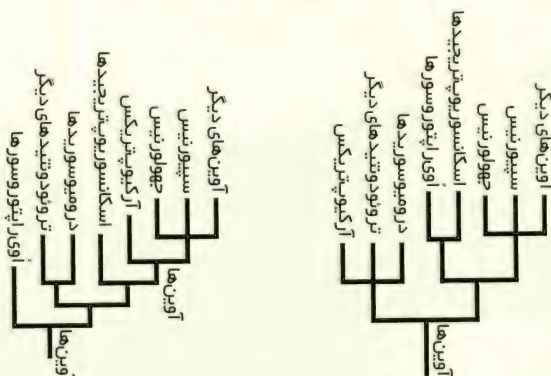
رده‌بندی و تکامل یومانی‌رایتورها مسئلهٔ زمان و منشأ پرندگان

یکی از بنیادی‌ترین مسائل مربوط به تکامل پرندگان، تکامل مانی‌رپتورهای است که در فصل‌های گذشته با آن‌ها آشنا شدیم و دیدیم که تا چه میزان به پرندگان شباهت داشتند. نباید فراموش کرد که هرکدام از این درخت‌های تکاملی تنها یک «نظریه» محسوب می‌شود و دانشمندان در مورد آن‌ها گاهی اختلاف نظرهای زیادی دارند؛ گرچه در مورد تکامل یافتن پرندگان از مانی‌رپتورها هیچ اختلاف نظر باقی نمانده است.

یکی از دلایلی که به این اختلاف نظر دامن می‌زند، مسئلهٔ زمان زندگی مانی راپتورهاست. بیشترین نمونه‌های شناخته شده از مانی راپتورها مربوط به دورهٔ کرتاسه است؛ در حالی که آوین‌ها در پایان ژوراسیک ظاهر شده‌اند. با کنار هم قرار دادن این داده‌ها ناچاریم بپذیریم که گروه‌هایی مثل *آوی راپتوروسورها* (فصل ۴۲) از ژوراسیک میانی حضور داشته‌اند اما تاکنون سنگواره‌های آن‌ها در رسوبات این دوره به دست نیامده است. بنابراین، برخی دانشمندان معتقدند که شکل روابط خویشاوندی مانی راپتورها به تریبی که ما در مورد آن صحبت کردیم، نبوده است. آن‌ها درخت دیگری پیشنهاد می‌کنند که در آن *آوی راپتوروسورها* بیش از آرکیوپتریکس به پرندگان امروزی نزدیک‌اند؛ به عبارت دیگر، گروه آوین‌ها شامل داینونیکوسورها و *آوی راپتوروسورها* نیز می‌شود. خوبی چنین نظریه‌ای این است که مسئلهٔ زمان را در مورد تکامل آوین‌ها حل می‌کند.

📧 دو نظریه در مورد تکامل مانی رایتورها

از این دو درخت تکاملی، درخت سمت چپ همان است که ما هم در این کتاب به آن پرداختیم. درخت سمت راست نظریه متفاوتی است که بر اساس آن، اووی راپتور و سورها و اسکانسور پوترها گروه‌های نزدیکه هم در نظر گرفته می‌شوند و آرکیوپتریکس در تبار داینونیکوسورها قرار می‌گیرد؛ بنابراین، داینونیکوسورها و اووی راپتور و سورها نیز باید جزء آوین‌ها رده‌بندی شوند. البته شواهد استخوان‌شناسی درخت سمت چپ را بیشتر تأیید می‌کند.

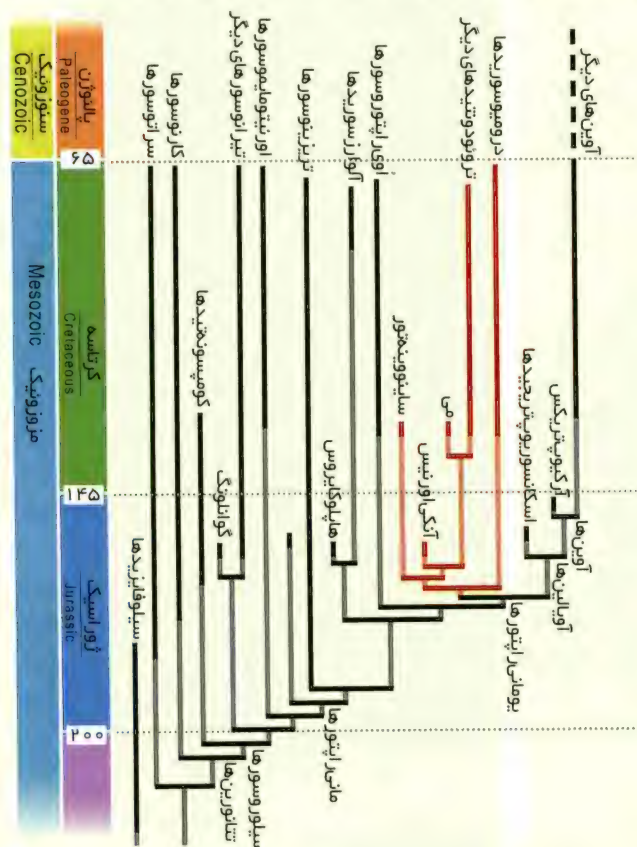


❏ آرکیوپتريکس و مرغ خانگی بدون پر

بیشتر مردم، تصویر دایناسورها را بدون پر تصویری درست می‌دانند! همان‌طور که طی بیش از یک و نیم قرن گذشته، آرکیوپتریکس را پر دار دیده‌اند اما درحقیقت، تصویر دایناسورها بدون پر همان قدر مسخره است که آرکیوپتریکس بدون پر یا حتی مرغ خانگی بدون پر! آرکیوپتریکس و داینونیکوسورها و دیگر مانی‌راپتورها تفاوت چندانی با هم نداشته‌اند و حتی شاید برخی از دایناسورهایی که تصویر بدون پرشان را بیشتر دوست داریم، از آرکیوپتریکس به پرندگان امروزی نزدیک‌تر بوده باشند!

✉ مانی راپتورهای ژوراسیک و زمان گم شده

دو گروه خواهری (مثلاً تروئودونتیدها و درومیوسوریدها) در درخت تکاملی در نظر بگیرید. قدیمی‌ترین تروئودونتیدها از ژوراسیک بالایی و قدیمی‌ترین درومیوسوریدها از کرتاسه پایینی شناخته شده‌اند. با این حال، از آنجا که قدیمی‌ترین تروئودونتید (آنکی‌اورنيس) از قدیمی‌ترین درومیوسورید شناخته شده قدمت بیشتری دارد، ناچاریم بپذیریم که درومیوسوریدها نیز دست‌کم از ژوراسیک بالایی وجود داشته‌اند (خط‌های صورتی) و پیدانشدن سنگواره آن‌ها تاکنون، دلیل بر نبودن آن‌ها در ژوراسیک نیست.



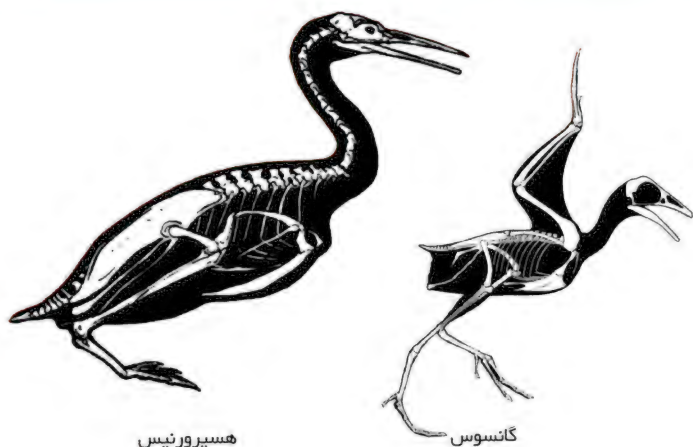
آوین‌های آبی،

نزدیک‌ترین خویشاوندان پرندگان امروزی

هسپرورنیس و ایکتیورنیس^۱، دو نمونه از مهم‌ترین آوین‌های دریازی در دوره کرتاسه بوده‌اند. سنگواره‌های آن‌ها مدت‌ها پیش کشف شده است و تا سال‌ها تنها اطلاعاتی که ما از تکامل پرندگان در دوره کرتاسه داشته‌ایم، به همین دو موجود محدود بوده است. وجود دندان در آن‌ها نشان می‌دهد که از دست دادن دندان‌ها در پرندگان امروزی و دیگر آوین‌های بی‌دندان جداگانه تکامل یافته است.

هسپرورنیس پرنده‌ای غواص و بی‌پرواز به طول ۱/۴ متر بود. هسپرورنیس و ایکتیورنیس ۸۷ تا ۸۲ میلیون سال پیش در آمریکای شمالی می‌زیستند و هر دوی آن‌ها ماهی‌خوار بوده‌اند. ایکتیورنیس، که نزدیک‌ترین خویشاوند پرندگان امروزی است، تنها ۲۵ سانتی‌متر طول داشت.

گانسوس^۲ نمونه آبی و تازه کشف‌شده دیگری است که احتمالاً خویشاوند ایکتیورنیس است. این آوین کوچک در حدود ۱۱۵ تا ۱۰۵ میلیون سال پیش در چین می‌زیست.



هسپرورنیس

گانسوس

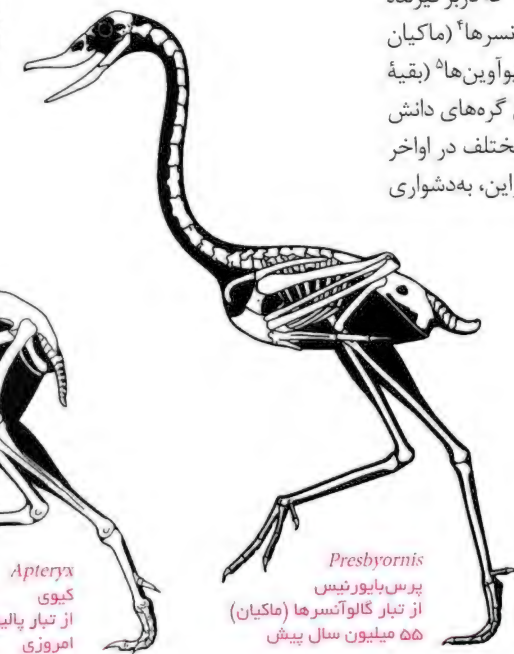
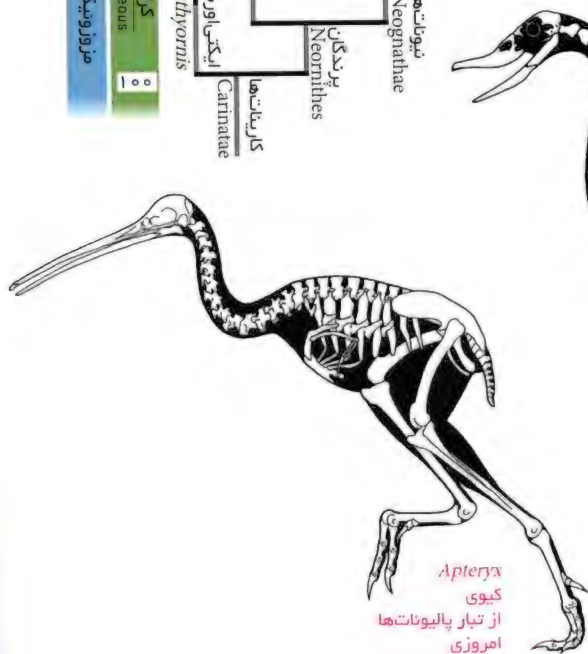
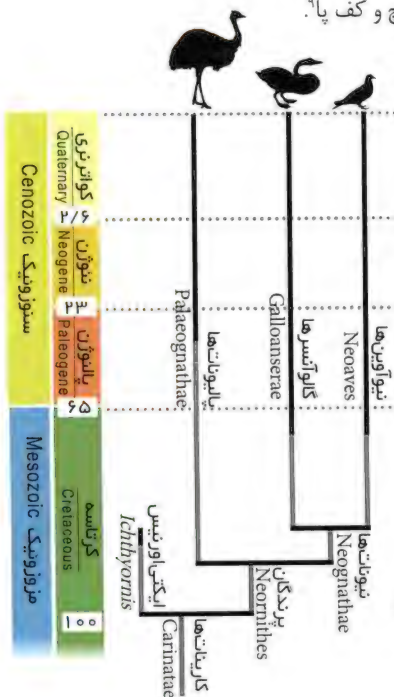




نگاهی به ساختار بدن پرندگان

اگر به موجوداتی مثل دایناسورها کاری نداشته باشیم، میان پرندگان و خزندگان معمول امروزی مثل مارمولکها تفاوت‌های زیادی می‌بینیم. اغلب این تفاوت‌ها به قابلیت‌های پروازی خزندگان و پرندگان برمی‌گردد اما جالب است وقتی که به گذشته نگاه می‌کنیم، می‌بینیم بسیاری از این ویژگی‌ها برای کاربردهای دیگری در دایناسورها پیداشده‌اند اما پرندگان از آن‌ها برای بهتر شدن پرواز خود سود برده‌اند. بسیاری از این ویژگی‌ها هم مختص پرندگان است و در دایناسورها دیگر، حتی آن‌هایی که پروازگر بوده‌اند، دیده نمی‌شود. با هم به فهرستی از این ویژگی‌ها نگاهی می‌اندازیم:

- ۱ - ساختار شش‌ها و کیسه‌های هوایی (← فصل ۲۲).
- ۲ - دنبالچه (← فصل ۴۰ و ۴۲).
- ۳ - پرها و شاه‌پرها (← فصل ۹، ۱۱، ۳۶، ۳۷، ۳۹ و ۴۲).
- ۴ - جوش خوردن استخوان‌های لگن و مهره‌های خاجی (تشکیل سین‌ساکروم).
- ۵ - استخوان جناغ بزرگ
- ۶ - استخوان چنبری^۷ که از جوش خوردن دو ترقوه به وجود آمده است (← فصل ۳۰).
- ۷ - جوش خوردن استخوان‌های میج و کف دست^۸.
- ۸ - جوش خوردن استخوان‌های میج و کف پا^۹.



پرندگان، یا آن‌گونه که دانشمندان می‌نامند، نیورنیت‌ها^۱ تنها گروه از دایناسورها هستند که تا امروز زنده‌مانده‌اند. این خزندگان پردار پروازگر و خون‌گرم، پس از ۶۵ میلیون سال هنوز هم متنوع‌ترین گروه مهره‌داران خشکی‌زی هستند. تنوعی از پرندگان پروازگر، دونده، جنگلی، دریازی، بیابانی، و... سراسر کره زمین را فراگرفته است. این دایناسورها توانستند از انقراض بزرگ ۶۵ میلیون سال پیش جان به‌دربرند اما بشر مدت‌هاست که شروع به منقرض کردن آن‌ها کرده است و اگر چاره‌ای اندیشیده نشود، در آینده‌ای نه چندان دور، نسل این آخرین بازماندگان از تبار دایناسورها نیز به دست خود ما منقرض خواهد شد.

ویژگی‌های پرندگان

پرندگان و خویشاوندان سنگواره‌شده آن‌ها ویژگی‌هایی دارند که آن‌ها را کمابیش به‌عنوان ویژگی‌های مشخص‌کننده پرندگان می‌شناسیم. با این حال، همان‌طور که در این کتاب دیدیم، بسیاری از این ویژگی‌ها در حقیقت ویژگی‌های گروه‌های کوچک و بزرگ دایناسورها هستند که به پرندگان نیز به‌ارث رسیده‌اند. به‌جز این ویژگی‌ها، صفاتی نیز هستند که در میان آفرین‌ها، ویژه خود پرندگان هستند و اگر در ترویج دیگری هم وجود دارد، به‌صورت کامل هم‌گرا در میان آن‌ها ظاهر شده است (مثل بی‌دندان بودن که در اورنیتومایمیدها، آوی‌راپتوریدها، کانفیوشس‌اورنیتیدها، و برخی انانیتی‌اورنیت‌ها نیز دیده می‌شود). به‌جز این یکی، برخی از دیگر ویژگی‌های پرندگان عبارت‌اند از: متصل شدن استخوان درشتنی به استخوان‌های میج پا و وجود دست‌کم ۱۵ مهره خاجی!

قدیمی‌ترین نمونه‌هایی که از پرندگان پیدا شده، متعلق به کرتاسه بالایی است. سایر دایناسورهایی که پیش‌تر با عنوان پرنده شناخته می‌شدند (مثل آرکیوپ‌تریس)، آفرین‌های دیگری هستند که خویشاوندی دور و نزدیکی با پرندگان امروزی داشته‌اند.

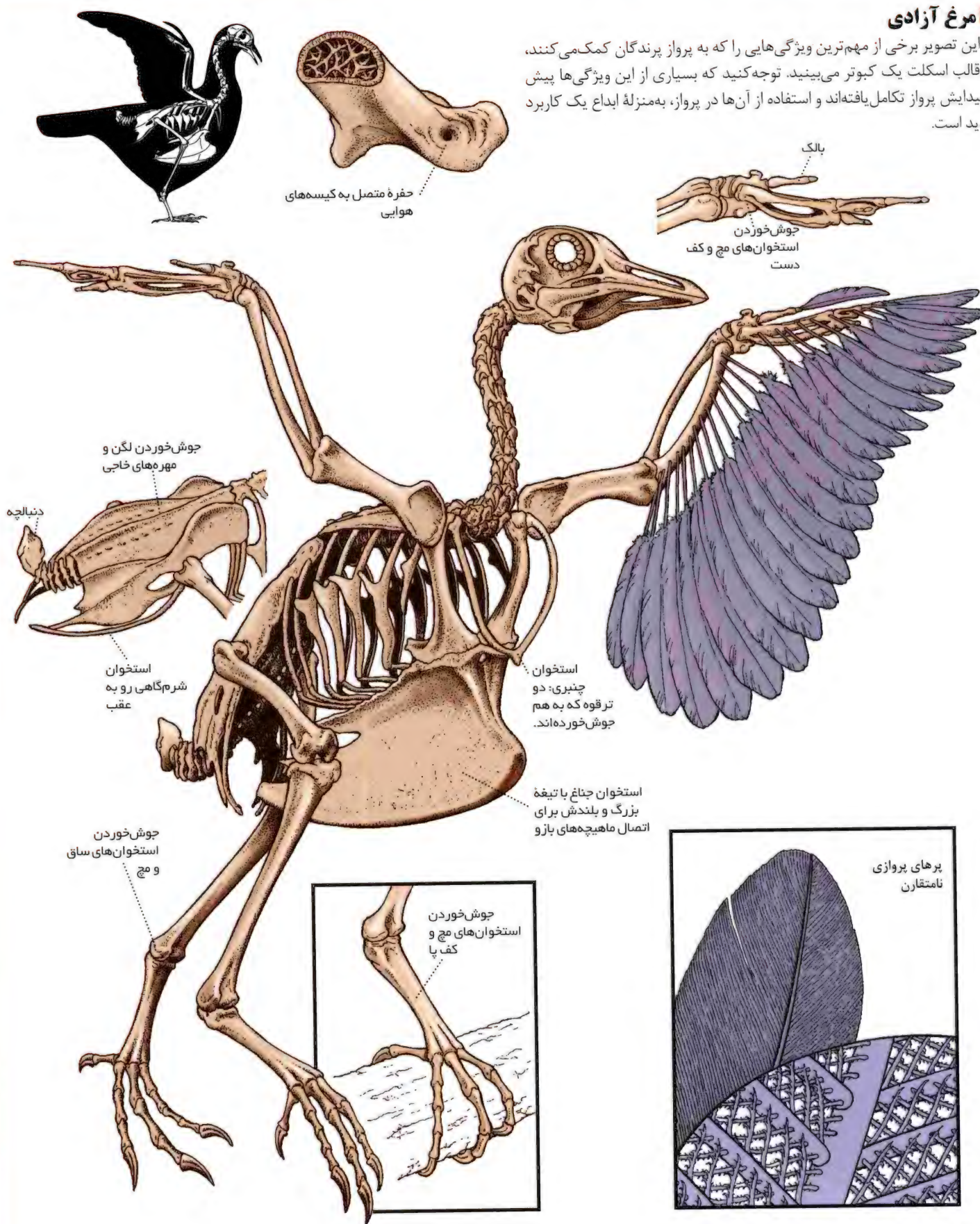
تکامل و تنوع پرندگان

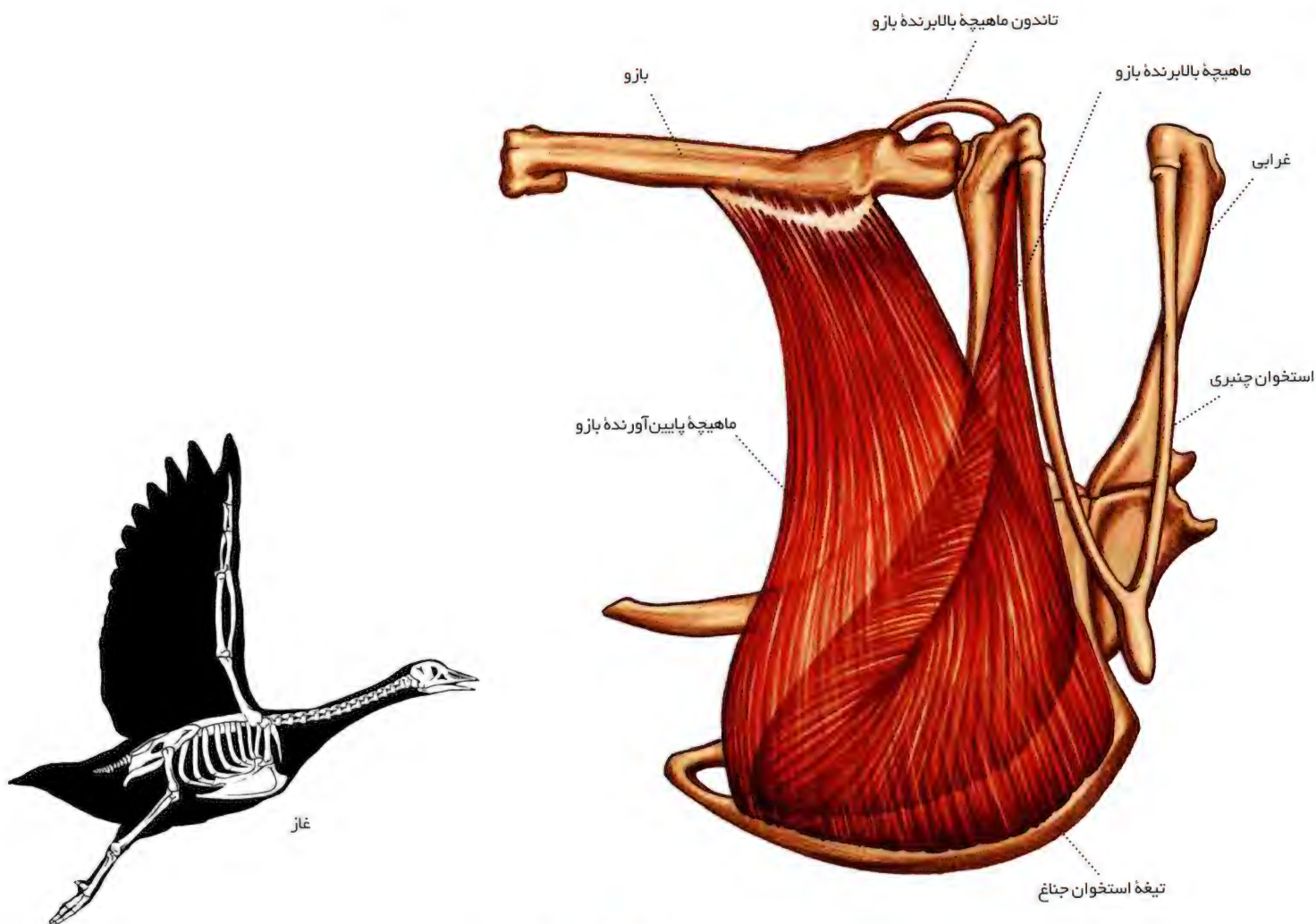
پرندگان شامل دو تبار بزرگ می‌شوند: پالئوناته‌ها^۱ (شترمرغ‌ها، کیوی‌ها، و... که پروازگر نیستند، نیز تیناموها که قدرت پرواز اندکی دارند) و نیورنیت‌ها^۲ که درگیرنده انواع گوناگون پروازگر و بی‌پرواز است. نیورنیت‌ها خود به دو گروه گالوآفرم‌ها^۳ (ماکیان خشکی‌زی و آبی مثل بوقلمون، مرغ، قرقاول، اردک، غاز...) و نیوآفرین‌ها^۴ (بقیه پرندگان) تقسیم می‌شوند. رده‌بندی پرندگان یکی از دشوارترین گره‌های دانش تکامل است. به‌نظر می‌رسد که به‌دلیل انشعاب سریع گروه‌های مختلف در اواخر کرتاسه، بسیاری از گروه‌ها دچار تکامل هم‌گرا با هم شده‌اند؛ بنابراین، به‌دشواری می‌توان آن‌ها را رده‌بندی کرد (در مورد انشعاب ← فصل ۴۲).

پرندگان امروزه در حدود ۹۰۰۰ گونه شناخته‌شده دارند اما حدود ۲۰۰۰ سال پیش تعداد گونه‌های پرندگان به ۱۲۰۰۰ نوع هم می‌رسید.

مرغ آزادی

در این تصویر برخی از مهم‌ترین ویژگی‌هایی را که به پرواز پرندگان کمک می‌کنند، در قالب اسکلت یک کبوتر می‌بینید. توجه کنید که بسیاری از این ویژگی‌ها پیش از پیدایش پرواز تکامل یافته‌اند و استفاده از آن‌ها در پرواز، به‌منزلهٔ ابداع یک کاربرد جدید است.





پرندگان بی پرواز

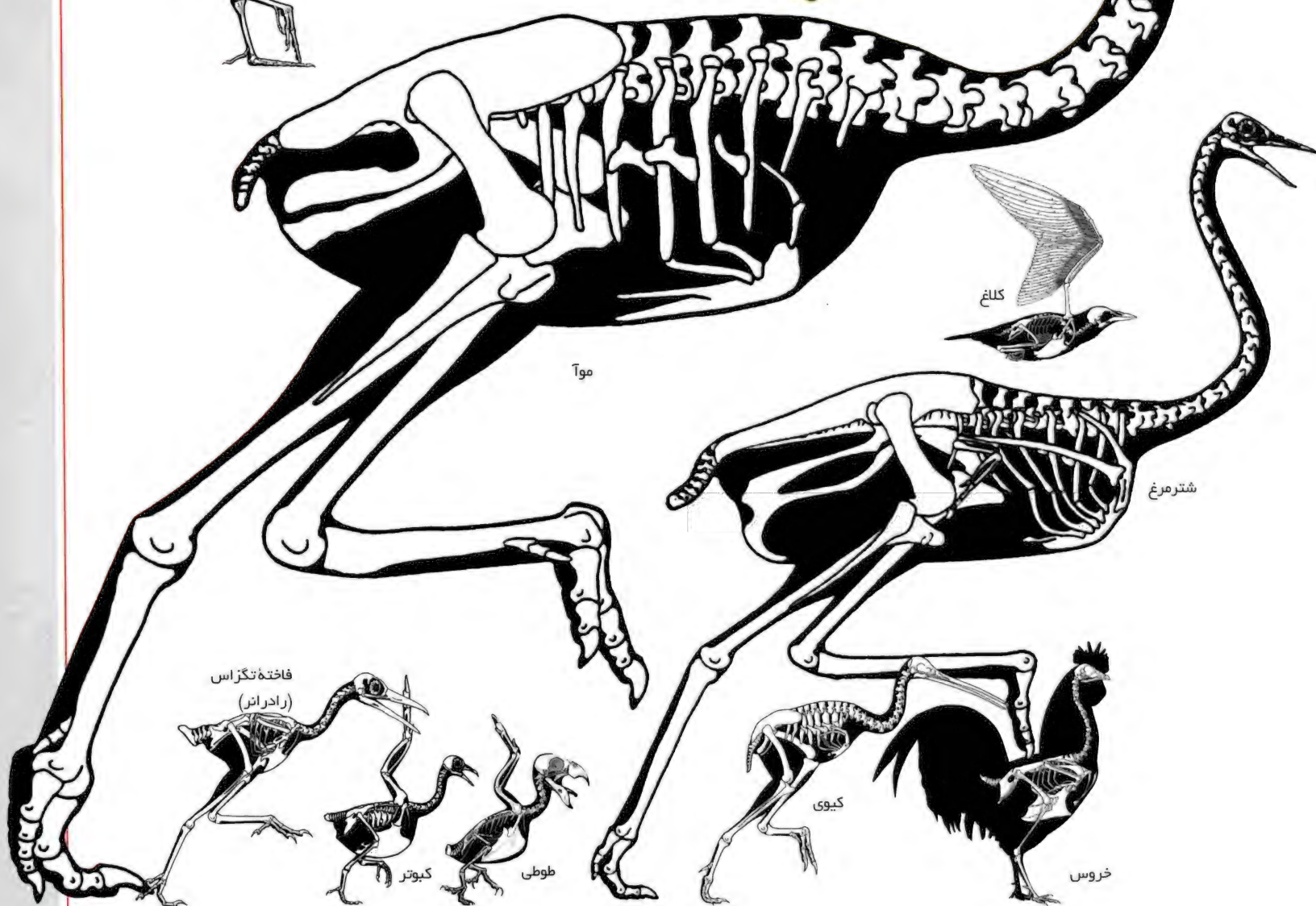
یومانی راپتورهای آغازین یا حتی پیش از آن‌ها، مان‌راپتورهای آغازین، قدرت پرواز داشتند (اگرچه پروازشان خیلی خوب نبود). همین توانایی به مرور تکامل یافت تا سرانجام پرندگان امروزی پیدا شدند اما دیدیم که به جز پرندگان، چندین گروه بی پرواز نیز از نسل آن‌ها تکامل یافتند. داینونیکوسورها (فصل ۴۴ و ۴۵) مهم‌ترین گروه پروازگری بودند که به تدریج قدرت پروازشان را از دست دادند و به شکارچیان بزرگ دونده تبدیل شدند اما این آخرین باری نبود که چنین اتفاقی می‌افتاد. گروه‌های دیگری از آوین‌ها (حتی آوین‌های خیلی ابتدایی) بارها بی پرواز شدند و به قدرت پاهای خود اتکا کردند. در صفحه روبه‌رو، نمایی از چند پرنده بی پرواز در کنار چند نمونه با قدرت پرواز دیده می‌شود. غاز، کلاغ، خروس، طوطی و کبوتر استخوان‌های جناغ بزرگی دارند؛ درحقیقت، خروس هنوز قدرت پرواز دارد و اگر لازم شود می‌تواند چند متری پرواز کند. خروس‌های وحشی حتی خیلی بهتر هم پرواز می‌کنند. موا^۱ (منقرض شده) و شترمرغ بزرگ‌ترین پرندگان کره زمین هستند (البته با صرف نظر از موجودات پرنده‌مانندی مثل جایگانتوراپتور و یوتاراپتور: فصل ۴۲ و ۴۵). دقت کنید که استخوان‌های مربوط به پرواز - مثل جناغ - در این پرندگان تا چه حد تحلیل رفته‌اند اما در عوض، این پرندگان لگن‌های بسیار بزرگی پیدا کرده‌اند. زنیس‌ایبیس^۲ هم که در بالای بقیه دیده می‌شود، پرنده‌ای بی پرواز بوده که از بال‌های گرزمانندش برای جنگیدن با رقبا استفاده می‌کرده است.

ماهیچه‌های پروازی، استخوان جناغ و دیگر هیج!

پرواز، مهم‌ترین عامل موفقیت پرندگان و بقای آن‌ها تا امروز بوده است. جانوران دیگری هم بوده‌اند که توانایی پرواز را کسب کرده‌اند اما پرندگان، همیشه بهترین پروازگران زمین هستند. شاید به دلیل سازوکار بسیار عالی ماهیچه‌های پروازی، همان‌طور که در تصویر بالا می‌بینید، ماهیچه پایین آورنده بازو (که به ناچار شفاف ترسیم شده تا پشت آن هم قابل مشاهده باشد) از یک سمت به استخوان بازو متصل است و از سوی دیگر به تیغه استخوان جناغ. این ماهیچه مهم‌ترین و قوی‌ترین ماهیچه پروازی است؛ زیرا با پایین کشیدن بال، نیروی بالابرنده و پیش‌ران ایجاد می‌کند اما ماهیچه‌ای که قرار است بازو را به بالا برگرداند، به کجا متصل است؟ جالب است که این ماهیچه نیز به همان استخوان جناغ متصل شده است! سازوکاری فوق‌العاده باعث آن می‌شود که جمع شدن این ماهیچه، بازو و بال را بالا بکشد. این ماهیچه از طریق یک تاندون محکم به بازو متصل است. این تاندون از حفره‌ای که در میان استخوان‌های چنبری و غرابی وجود دارد، پیچ می‌خورد و از سمت بالا به استخوان بازو متصل می‌شود! از جمله دلایل ما برای اینکه آرکیوپتريکس و دیگر آوین‌های ابتدایی پروازگران خوبی نبوده‌اند، کوچک بودن استخوان جناغ، کوتاه بودن استخوان غرابی، و نبود چنبرین سازوکاری در ماهیچه‌های آن‌هاست.

❖ زنیس ایبیس

ایبیس‌ها گروهی از پرندگان نیمه‌آبزی با منقارهای خمیده‌اند. همهٔ ایبیس‌های امروزی پروازگرند اما دست‌کم دو نمونه از ایبیس‌های بی‌پرواز منقرض‌شده نیز تاکنون کشف شده‌اند. زنیس ایبیس در این میان پرندهٔ منحصر به فردی است. دست این پرنده حالت گرزمانندی پیدا کرده که ۲۲۰۰ سال پیش از آن برای جنگیدن استفاده می‌کرده است. به تفاوت اندازهٔ استخوان‌های دست زنیس ایبیس و یک ایبیس پروازگر امروزی توجه کنید.



موا



کلاغ

شتر مرغ

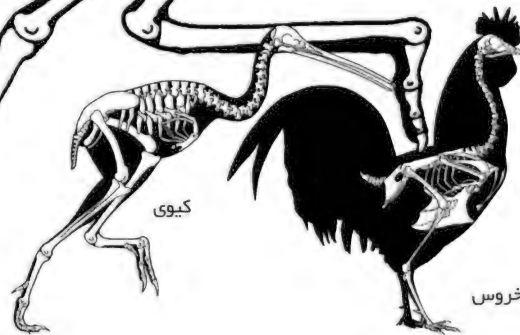
فاخته تگزاس
(رادرانر)



کیوتر



طوطی



کیوی

خروس

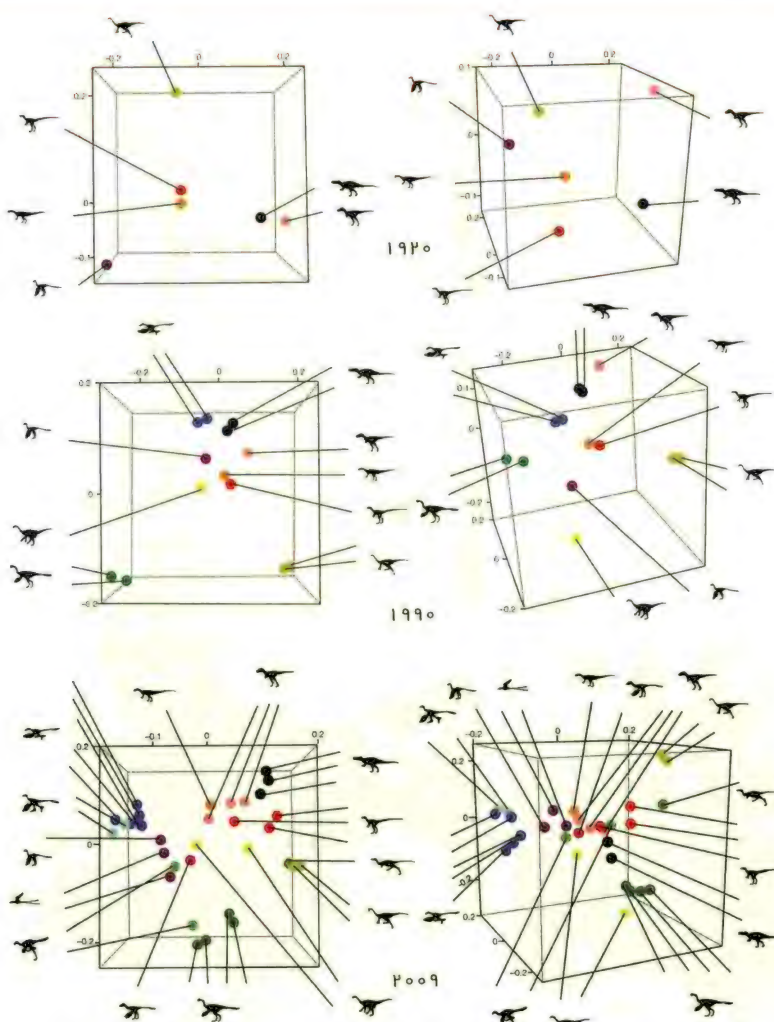
آیا پرنده‌ها دیگر دایناسور نیستند؟

پرنده‌ها از تبار دایناسورها تکامل یافته‌اند؛ کسی در این موضوع تردیدی ندارد اما پذیرفتن این موضوع که پرنده‌ها نه تنها خویشاوند دایناسورها هستند بلکه خودشان یک زیرگروه از آن‌ها شمرده می‌شوند، برای خیلی‌ها قابل درک نیست. به‌ویژه اینکه بیشتر این افراد تصویری مانند خزندگان از دایناسورها در ذهن دارند. اگر ما در ابتدای قرن بیستم زندگی می‌کردیم، با توجه به دانش اندکی که درباره این موضوع داشتیم، این تردید قابل درک بود اما طی این یک قرن حجم اطلاعات ما پس از کشفیات پی‌درپی چندین برابر شده است. نمودار مقابل بر اساس طراحی یک فضای ریخت‌شناسی از ویژگی‌های انواع تروپودها رسم شده است. دو مکعب بالا، تروپودهای شناخته‌شده در دهه ۲۰ قرن گذشته را درون این فضای سه‌بعدی نمایش می‌دهند. برای درک بهتر، فضای سه‌بعدی هر مکعب از دو زاویه مختلف ترسیم شده است. فاصله زیاد ریخت‌شناسی میان این دایناسورها را به‌روشنی می‌توان مشاهده کرد. آرکیوپتریکس به رنگ بنفش دیده می‌شود.

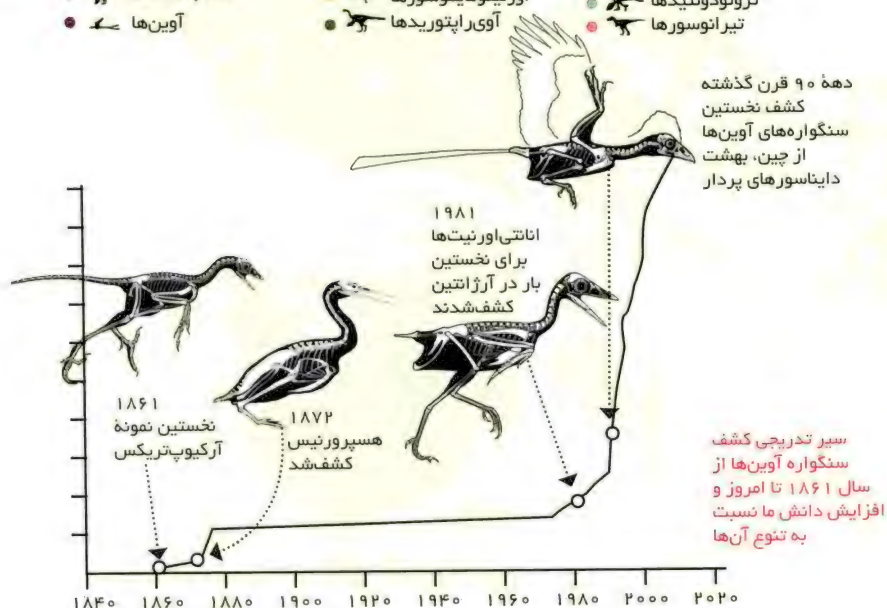
مکعب‌های میانی تروپودهای شناخته‌شده تا اواخر قرن بیستم را نشان می‌دهند. با توجه به شناخته‌شدن نمونه‌های بیشتر، به تدریج خوشه‌هایی از تروپودهای با ریخت‌شناسی مشابه در حال شکل‌گیری است. سرانجام، نمودار پایینی تروپودهای شناخته‌شده تا سال ۲۰۰۹ را نمایش می‌دهند. اکنون همه این خوشه‌ها به هم نزدیک‌شده و پیوسته‌اند. اکنون اگر نقطه بنفش رنگ مربوط به آرکیوپتریکس را پیدا کنیم، خواهیم دید که دایناسورهای دیگری هم هستند که از نظر ریخت‌شناسی به آن بسیار شبیه‌اند. البته آن‌ها به دایناسورهای دیگری هم شباهت دارند و مسیر تکامل ریخت‌شناسی را تقریباً می‌توان پله‌پله در این نمودار دنبال کرد. به نظر شما تا ده سال آینده شکل این نمودار چگونه خواهد بود؟

عده معدودی از دانشمندان، که هنوز ارتباط تنگاتنگ ریخت‌شناسی میان گروه‌های مختلف سیلوروسورها را در کنارده‌اند، می‌کوشند با اشاره به تفاوت‌های پرندگان امروزی با سیلوروسورهای موزوئیک، نشان دهند که پرنده‌ها با دیگر دایناسورها تفاوت «خیلی زیادی» دارند و بنابراین، باید آن‌ها را به‌عنوان گروهی جدا در نظر گرفت. مشکل استدلال این افراد این است که ناچارند میان خزندگان و پرندگان مرزی ایجاد کنند که این مرز اغلب میان درومیوسوریدها و آرکیوپتریکس است: آن‌ها مایکروپتور را خزنده می‌دانند ولی آرکیوپتریکس را خیر!

پاسخ درست این است که هم مایکروپتور و هم آرکیوپتریکس و حتی پرنده‌های امروزی، همگی از تبار خزندگان و جزء آن‌ها هستند. پرندگان باید در دل خزندگان و دایناسورها باشند، نه جدا از آن‌ها؛ همان‌طور که خفاش‌ها و نهنگ‌ها به‌رغم تفاوت‌های زیادشان با دیگر پستانداران، جزء تبار پستانداران هستند. اکنون بهتر متوجه می‌شوید که چرا آمنیوت‌ها تنها شامل دو گروه خزندگان و پستانداران می‌شوند (فصل ۵).



- تروپودهای ابتدایی
- کومپسونوتیدها
- آویراپتوروسورهای ابتدایی
- درومیوسوریدها
- اسکانسوریوپتریجیدها
- آلوارزسورها
- اورتیولستیز
- تریزینوسورها
- اورتیومایموسورها
- تروئودوتیدها
- آرکیوپتریکس
- آویراپتوریدها
- آوین‌ها
- تیرانوسورها



✉ حرفه‌ای‌ترین دایناسور گیاه‌خوار

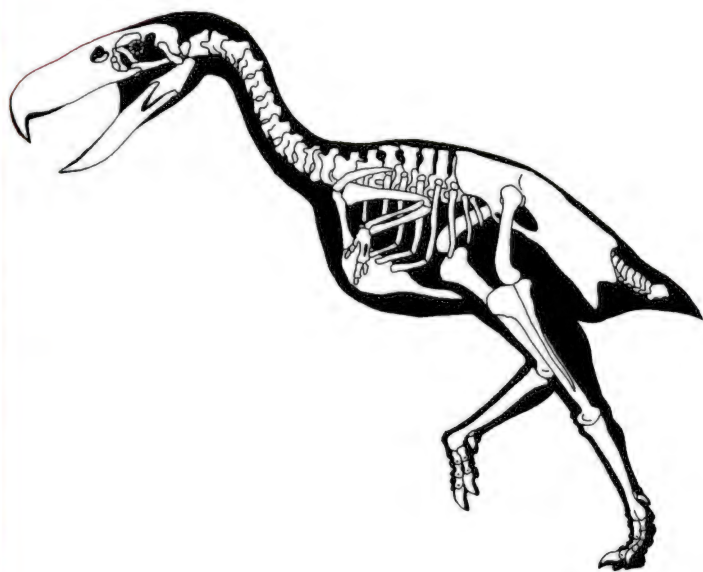
هواآترین^۱ پرنده‌ای امروزی است، اما با ظاهری که گویی از دوران مزوزوئیک به اینجا رانده‌شده، یکی از تخصصی‌ترین دایناسورهای گیاه‌خوار محسوب می‌شود. معده این پرنده برگ‌خوار، درست مانند معده پستانداران نشخوارکننده، بزرگ و حجیم است و درست مثل معده گاو و گوسفند، مواد غذایی گیاهی درون این معده باقی می‌ماند تا تخمیر شود. از همه جالب‌تر، جوجه‌های این پرنده‌اند که درست مثل نیاکان خود در دوره مزوزوئیک چنگال‌های تیزی روی انگشتان دست خود دارند که از آن‌ها برای بالارفتن از شاخ و برگ درختان استفاده می‌کنند! می‌بینید که پرندگان خیلی هم با نیاکان میلیون‌ها سال پیش خود متفاوت نیستند!



❧ دایناسورهای شکارچی بزرگ در سنوزوئیک

آن‌طور که برای ما گفته‌اند، پس از انقراض دایناسورها، نوبت به پستانداران رسید و آن‌ها به پادشاهان زمین تبدیل شدند اما در حقیقت این‌طور نیست. ۶۵ میلیون سال پیش، وقتی اغلب دایناسورها و بسیاری موجودات دیگر منقرض شدند، نخستین گروهی که دوباره توانست کنام بوم‌شناختی شکارچیان بزرگ را تصاحب کند، همان دایناسورهای زنده‌مانده و جان‌به‌دربرده بودند.

مرغان وحشت^۲، که خویشاوندان نزدیک سریاما هستند (❧ فصل ۴۳)، از ۶۲ میلیون سال پیش (یعنی تنها سه میلیون سال پس از انقراض دیگر دایناسورها) تا همین دو میلیون سال پیش یکی از مهم‌ترین شکارگران آمریکای جنوبی بودند و حدود سه میلیون سال پیش حتی توانستند به آمریکای شمالی هم برسند. اگرچه خویشاوند امروزی آن‌ها، یعنی سریاما، تنها ۸۰ سانتی‌متر بلندی دارد، این پرندگان بی‌پرواز اغلب چیزی میان ۱ تا ۳ متر رشد می‌کردند. کلنکن^۳ که تصویر اسکلتش را در اینجا می‌بینید، یکی از این پرندگان بوده که اخیراً کشف شده است و بزرگ‌ترین مجموعه را در میان پرندگان دارد. این پرنده در حدود ۱۵ میلیون سال پیش در آمریکای جنوبی می‌زیسته است.

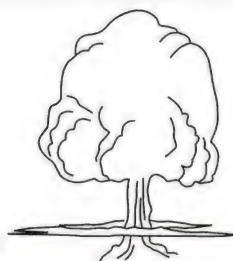


در تاریخ زمین، انقراض پدیده‌ای شایع است. هر گونه‌ای که روی زمین پیدامی شود، به‌طور متوسط ۴ میلیون سال زندگی می‌کند و سپس منقرض می‌شود یا جمعیتی کوچک به جا می‌گذارد که به گونه‌ای جدید تکامل می‌یابند اما گاهی نیز فجایعی در طبیعت رخ می‌دهد که موجب انقراض جمعی تعداد زیادی از موجودات می‌شود. پیدایش دایناسورها و پستانداران و نیز برتری یافتن دایناسورها به پستانداران، وابسته به یکی از همین انقراض‌ها بوده است (← **فصل ۷**). انقراض‌های جمعی کوچک‌تری نیز طی مزوزوئیک رخ دادند که باعث انتقال قدرت به گروه‌های تازه‌تری از دایناسورها شدند. دایناسورها با دو انقراض بزرگ دیگر هم روبه‌رو شدند: انقراض بزرگی که ۶۵ میلیون سال پیش ۵۰ درصد گونه‌های کره زمین را نابود کرد و بیشتر دایناسورها در همین زمان منقرض شدند؛ انقراض آخر هم فاجعه بزرگی است که به دست بشر در حال رخ دادن است و بسیاری از پرندگان - این دایناسورهای زنده - را به کام مرگ کشانده است. آن گونه که بسیاری بوم‌شناسان می‌گویند، این انقراض نسبت به انقراض ۶۵ میلیون سال پیش قدرت تخریب بیشتری دارد.

۵۰ میلیون

بمب اتمی

که یکی از آن‌ها شهر هیروشیما را نابود کرد، معادل شهاب‌سنگی به قطر ۱۰ کیلومتر انرژی آزاد می‌کنند.



۱۰ کیلومتر

قطر شهاب‌سنگی که دهانه چیکشولوب را ایجاد کرده است.



✉ شهاب‌سنگی که به دوره کرتاسه پایان داد

دایناسورها و بسیاری جانوران دیگر، از جمله تروسورها، خزندگان آبی، انواعی از کروکودیل‌ها، برخی پستانداران و ماهی‌ها و دوزیستان ناگهان در ۶۵ میلیون سال پیش در فاجعه‌ای جهان‌گیر از روی کره زمین ناپدید شدند. در دهه ۱۹۸۰ لویی‌س آلوارز^۱، فیزیک‌دان و برنده جایزه نوبل فیزیک، به همراه پسرش، که زمین‌شناس معروفی بود، متوجه شدند که در رسوبات ۶۵ میلیون سال پیش، که از سراسر جهان جمع‌آوری شده بود، میزان نامعمولی از عنصر ایریدیوم دیده می‌شود. ایریدیوم در پوسته زمین بسیار نایاب است اما در سیارک‌ها (سنگ‌های آسمانی کوچکی که در مدار بین مریخ و مشتری دور خورشید می‌گردند) بیشتر یافت می‌شود. بدین ترتیب، مسئله انقراض دایناسورها برای آن‌ها و جامعه علمی حل شده به نظر می‌رسید: سیارکی عظیم در آن زمان با زمین برخورد کرده بود و موجب انقراض ۷۰ درصد جانوران بزرگ و ۵۰ درصد از کل گونه‌های کره زمین شده بود. مدتی بعد، محل برخورد این سیارک در خلیج کمپیش^۲ و به دهانه چیکشولوب^۳ معروف شد. طبق برآورد زمین‌شناسان، قدرت این انفجار به حدی بود که موجب سوختن کل قاره آمریکای شمالی و تیره‌وتار شدن جو زمین برای هزاران سال شده است. به تازگی دو اثر برخورد بزرگ دیگر در اقیانوس هند و شرق اروپا کشف شده‌اند که نشان می‌دهند تنها یک سنگ آسمانی موجب بروز این فاجعه نشده است. این

احتمال وجود دارد که باز هم آثار برخوردهای دیگری پیدا شود؛ زیرا ستاره‌شناسان اکنون به این نتیجه رسیده‌اند که کره زمین احتمالاً با مجموعه‌ای از سیارک‌ها یا ستاره‌های دنباله‌دار برخورد کرده است. از عوامل دیگری که احتمالاً در بروز این فاجعه دخیل بوده‌اند، فوران‌های پی‌درپی آتش‌فشانی و خروج گازهای سمی زیاد به جو زمین بوده است.

اما هنوز سؤال بسیار بزرگی در ذهن دانشمندان بوم‌شناس وجود دارد: چه چیزی باعث شد که بیشتر انواع گونه‌گون دایناسورها، تروسورها و بسیاری جانوران دیگر نابود شوند اما در این میان فرصت بقا به پرندگان، کروکودیل‌ها، مارها و مارمولک‌ها، لاک‌پشت‌ها و پستانداران داده شود؟ آیا الگویی بوم‌شناختی در انقراض دایناسورها دیده می‌شود که به کار بوم‌شناسان امروزی و مسئله انقراض بزرگ جانوران عصر حاضر یاری‌برساند؟

در حقیقت آری. در همین کتاب، به‌عمد درخت‌های تکاملی فراوانی با دقت زیاد ترسیم شده‌اند تا نشان داده شود که اغلب دایناسورهای کرتاسه چند میلیون سال پیش‌تر از انقراض بزرگ منقرض شده بودند. انقراض فاجعه‌بار ۶۵ میلیون سال پیش تیر خلاصی بود که آخرین نفس‌های تنوع روبه‌افول دایناسورها در پایان کرتاسه را گرفت. این کاهش تنوع شما را به یاد واقعه خاصی در جهان امروزی نمی‌اندازد؟

۱۸۰ کیلومتر

قطر دهانه چیکشولوب
در شبه‌جزیره یوکاتان



۵۰ درصد

گونه‌های زنده کره
زمین منقرض شدند

لایه‌های پس از انقراض

رسوباتی که پس از انقراض
دایناسورها به‌جا مانده‌اند.

لایه انفجاری

خاکستر به‌جا مانده از برخورد

لایه برون‌ریز

مواد به‌جا مانده از شهاب‌سنگ
که طی ماه‌ها آرام‌آرام
رسوب‌کرده‌اند.

لایه پیش از انقراض

رسوباتی که پیش از انقراض
دایناسورها به‌جا مانده‌اند.

سنگ‌های درهم

نمونه‌های صخره‌ای منطقه
چیکشولوب، مجموعه‌ای از
کانی‌های زمینی (تیره) و کانی‌های
فضایی (روشن) را شامل می‌شوند.



دایناسورهای ایران سرزمین اژدها و سیمرغ

❖ نخستین آثار دایناسورهای ایران در کجا پیدا شدند؟

محل کشف نخستین ردپای دایناسورهای ایران در اطراف کرمان بود؛ آثار دیگری نیز در منطقه البرز کشف شده‌اند و گزارش‌های متعددی از آثار و ردپاهای دایناسورها در دیگر نقاط کوهستانی ایران در دست است که هیچ‌کدام به خوبی گزارش نشده‌اند.



کشور ما، ایران، برای بسیاری از زمین‌شناسان یک بهشت واقعی است. اما بیشتر مردم نمی‌دانند که ایران بهشت دیرینه‌شناسان نیز هست. با وجود اینکه هنوز حتی یک سنگواره کامل دایناسور از سرزمین ایران کشف نشده است، در اینکه روزگاری بسیار پیش‌تر در دوره ژوراسیک، کشور ما نیز محل زندگی دایناسورها بوده است، تردیدی وجود ندارد. به‌ویژه با وجود سنگواره‌های ردپا و استخوان‌هایی که در چند ساله اخیر در بسیاری از نواحی ایران کشف شده‌اند. ایران در دوره ژوراسیک مجمع‌الجزایری گرمسیری در جنوب اوراسیا و شمال اقیانوس تیتیس بوده است. سنگواره‌های دایناسورهای ایران مربوط به همین زمان و مکان هستند. بعدها با نزدیک شدن هند، آفریقا و عربستان به اوراسیا اقیانوس تیتیس که در میان آن‌ها بود، ناپدید شد. قسمت‌هایی از مناطق جنوب غربی ایران امروزی، طی دوره کرتاسه بر اثر فشارهای ناشی از نزدیک شدن عربستان و آفریقا چین‌خورده و خشکی‌ها و کوهستان‌های جدیدی را به وجود آوردند که امروزه زاگرس نامیده می‌شوند. شاید در آینده بتوان آثاری از دایناسورهای دوره کرتاسه هم در این نواحی پیدا کرد.

نخستین ردپای دایناسور در ایران

در سال ۱۳۵۰، دو زمین‌شناس ایرانی که در اطراف کرمان به جست‌وجوهای زمین‌شناسی مشغول بودند، توانستند نخستین مدرک قطعی مبنی بر زندگی دایناسورها در ایران را کشف کنند: ردپاهای سه‌انگشتی بسیار زیبایی که پس از ساعت‌ها پیاده‌روی در دره نیزار، در مقابل چشمان این جویندگان سخت‌کوش ظاهر شدند. همین کشف کافی بود تا بسیاری از دانشمندان زمین‌شناس و جانورشناس خارجی، که در آن سال‌ها در ایران مشغول گشت‌وگذار بودند، به این ردپای تازه کشف‌شده سری بزنند. سرانجام، دانشمندی فرانسوی با بازدید از ردپاها در گزارش‌های رسمی سازمان زمین‌شناسی ایران مقاله‌ای منتشر کرد و آن ردپاها را متعلق به اورنیتومورف‌های متوسط مثل کامپتوسورس (❖ فصل ۱۶) دانست.

به جز این کشف مهم، یک ردپای سه‌انگشتی هم در منطقه البرز مرکزی توسط زمین‌شناسی ایرانی به نام آقای دکتر نوگل سادات گزارش شده که احتمالاً قدمت آن به اندازه ردپاهای کرمان بوده است. این ردپای سه‌انگشتی مشخصاً به یک تروپود بزرگ (❖ فصل ۳۱-۳۵) تعلق داشته است. در سال ۱۳۸۱ دکتر مجید میرزایی عطاآبادی (که در آن زمان دانشجوی زمین‌شناسی بود) گروهی اکتشافی تشکیل داد تا پس از سده‌ده دوباره به کرمان و جاهای دیگر ایران بروند و آثار دره نیزار را از نزدیک بررسی کنند و در مناطق دیگر به جست‌وجوی سنگواره دایناسورها بپردازند. به جز خود مجید میرزایی، محمد پورباغبان و عرفان خسروی (نگارنده همین کتاب)، که در آن زمان دانشجویان جوان زمین‌شناسی و جانورشناسی بودند، نیز چکش‌های زمین‌شناسی خود را به دست گرفتند و به همراه زمین‌شناسان سازمان زمین‌شناسی کرمان به کوهستان‌های کرمان رفتند. البته دو دیرینه‌شناس بزرگ معاصر به نام‌های الکساندر کلنر^۱ و فابیو مارکو دالاکوکیا^۲ هم این گروه را همراهی می‌کردند. کلنر یکی از دانشجویان جانورشناس خود را، که متخصص آماده‌سازی سنگواره‌ها بود، به همراه آورده بود تا اگر سنگواره‌ای پیدا شد، سخت‌ترین قسمت کار، یعنی بیرون کشیدن استخوان‌های شکننده و ظریف دایناسورها از میان ماسه‌سنگ‌های سخت به دست فردی ماهر انجام شود. این جانورشناس و سنگواره‌شناس ماهر هم الدر دپائولا سیلوا^۳ نام داشت.

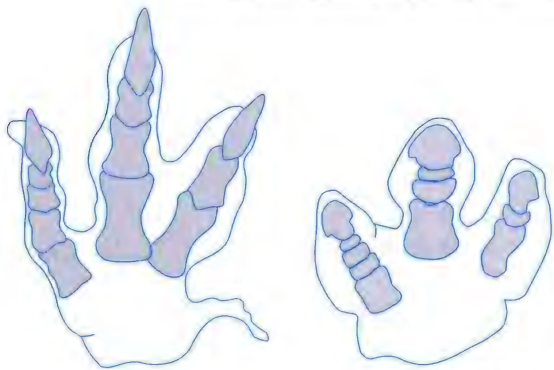


❖ بازدید گروه از ارگ بم

اعضای گروه پی‌جویی دایناسورها پس از چندین روز که در بیابان‌ها و کوهستان‌های اطراف کرمان سپری کردند، به بزرگ‌ترین و قدیمی‌ترین بنای خشتی جهان سری زدند. حیرت دیرینه‌شناسان خارجی وقتی در برابر دروازه‌های عظیم ارگ قرار گرفتند، بسیار دیدنی بود!

ردپای شکارچی

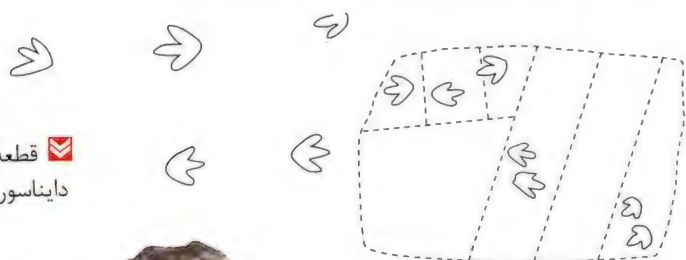
برخلاف نظر دانشمند فرانسوی، که ردپای دره نیزار را متعلق به یک دایناسور گیاه‌خوار می‌دانست، ما فکر می‌کنیم که این ردپا به یک دایناسور شکارچی تعلق داشته است. در اینجا می‌توانید تفاوت شکل ردپاهای تروپودها و ارونیتوپودها را ببینید. ردپای سمت چپ، متعلق به یک تروپود (دایناسور شکارچی) و تصویر سمت راست متعلق به یک اورنیتوپود (دایناسور گیاه‌خوار) است.



چند قدم با اژدها

خوشبختانه آثاری که در کرمان کشف شده‌اند، تنها ردپاهای منفرد نیستند بلکه دربرگیرنده چند قدم از یک مسیر عبورند. این طرحی است که در گزارش سازمان زمین‌شناسی در سال ۱۳۵۰ از دو تخته‌سنگ اصلی حاوی ردپاهای ترسیم شده است. از فاصله میان ردپاهای و اندازه آن‌ها می‌توان حدس زد که تروپودی تقریباً ۳-۴ متری مشغول قدم‌زدن در ساحل آرام اطراف مرداب بوده است!

پس از عبور این حیوان، ردپاهای دست‌نخورده مانده‌اند و به تدریج روی آن‌ها را رسوباتی متفاوت پوشانده است. سپس همه آن‌ها برای مدتی حدود ۱۵۰ تا ۱۷۰ میلیون سال زیر فشارهای شدید به سنگ تبدیل شده و پس از چین‌خوردگی لایه‌های رسوبی و تخریب لایه‌های رویی، دوباره این ردپاهای نمایان شده‌اند. متأسفانه سرانجام این ردپای پرپها به دست عده‌ای نادان تخریب شد.



قطعه‌ای از استخوان
دایناسور در میان سنگ
دیده می‌شود.

مجید و الدر عینک ایمنی
به چشم‌زده‌اند و با ابزارهای
تخصصی به جان یک صخره
حاوی سنگواره دایناسور
افتاده‌اند!



نخستین ردپای دایناسور

تصویر سیاه‌وسفید بالا، مربوط به سال ۱۳۵۰ است. دانشمندان مشغول اندازه‌گیری و ثبت ردپای کشف‌شده در دره نیزار هستند. تصویر دیگر را نویسنده این کتاب در سال ۱۳۸۱ از همکاران خود در کنار همان ردپا گرفته است؛ به ترتیب از چپ به راست: سیلوا، کلنر، دالوکیا و میرزایی.



دشواری‌های کار

سیلوا جانورشناس جوانی بود که سال‌ها در کنار کلنر کار آماده‌سازی سنگواره‌ها را انجام می‌داد. سنگواره‌های دایناسورها بسیار نرم و شکننده‌اند و در دل سنگ‌های بسیار سخت محبوس شده‌اند. تنها یک فرد چیره‌دست می‌تواند آن‌ها را سالم از دل سنگ بیرون بیاورد. این کار گاهی بیش از یک روز کامل وقت می‌گیرد.



ایران آن زمان کجا بود؟

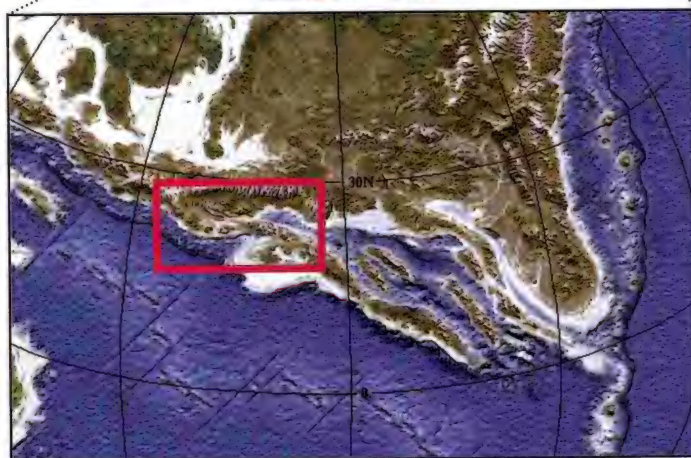
در دوره ژوراسیک، ترکیه، ایران مرکزی، سرزمین هلمند (در افغانستان) و سرزمین تبت جزیره یا مجمع‌الجزایری کشیده و طولانی را در جنوب اوراسیا و شمال اقیانوس تتیس تشکیل می‌دادند. در آن زمان هنوز هند در جنوب کره زمین در کنار آفریقا و استرالیا قرار داشت. اقیانوس تتیس، که بعدها ناپدید شد، میان اوراسیا در شمال و هند و آفریقا و عربستان در جنوب کشیده شده بود.

اغلب قسمت‌های اروپا (که در آن زمان از شرق به آسیا و از غرب به آمریکای شمالی چسبیده بود) مثل ایران از جزیره‌های کوچک در میان دریاهای کم‌عمق تشکیل شده بودند. بنابراین، انتظار داریم که دایناسورهای مشابهی در هر دو سرزمین وجود داشته باشند. کشفیات دانشمندان در اروپا نشان می‌دهد که دایناسورهای اروپایی ساکن جزایر نسبت به نمونه‌های مشابه، که ساکن آمریکای شمالی و آسیا بوده‌اند، اندازه‌های کوچکی داشته‌اند. محدود آثاری که از دایناسورهای ایرانی هم به دست آمده، متعلق به دایناسورهای کوچک و متوسط است. بنابراین، انتظار نداریم که دایناسورهای غول‌پیکر در ایران کشف شوند اما به دنبال آثاری از نخستین مراحل پراکنش و تنوع مانی‌راپتورها (← فصل ۳۹) در ایران هستیم. به‌ویژه حدس می‌زنیم پیدایش یومانی‌راپتورها و پرندگان (← فصل ۴۳-۴۸) نیز در مناطقی جزیره‌ای رخ داده باشد.

موقعیت ایران در دوره ژوراسیک

نقشه سمت چپ، وضعیت خشکی‌ها و دریاهای کره زمین در ۱۵۲ میلیون سال پیش را نشان می‌دهد.

نقشه بالا وضع دقیق‌تر منطقه شمالی اقیانوس تتیس را با چند میلیون سال اختلاف نسبت به نقشه بالا نمایش می‌دهد. قسمت‌های آبی رنگ اقیانوس‌ها، و قسمت‌های سفید رنگ دریاهای اطراف قاره‌ها هستند. ایران به جنوب غرب آسیا و جنوب اروپا متصل است و از سمت جنوب شرقی به هلمند و تبت می‌رسد.



دندان اژدها

محمد پورباغان، یکی از اعضای گروه پی‌جویی دایناسورها، افتخار کشف مهم‌ترین یافته گروه را از آن خود کرد. زمانی که گروه مشغول بررسی تک‌تک صخره‌های کوچک و بزرگ و سرخ‌رنگ منطقه بیدو بود، یک نقطه بسیار کوچک و روشن آبی‌رنگ در زمینه سرخ توجه محمد را جلب کرد. نمی‌شد فهمید که این نقطه آبی‌رنگ واقعاً چه چیزی می‌تواند باشد. بنابراین، گروه صخره را از کوه جدا کرد تا به اردوگاه منتقل کند. ال‌در تقریباً تمام روز بعد را با چندین بسته چسب قطره‌ای و ابزارهای بسیار ظریف به این صخره مرموز اختصاص داد. پس از ساعت‌ها عرق‌ریختن در زیر آفتاب گرم شهرپور، این سنگواره ۱۵۰ میلیون ساله از دل سنگ بیرون آمد. دندان‌های ظریف لبه این دندان نشان می‌دهد که صاحبش دایناسوری گوشت‌خوار بوده است.



آب‌وهوای ایران در آن زمان چگونه بوده است؟

بررسی سنگواره‌های گیاهی بهترین راه برای درک چگونگی آب و هوای ایران است. با استناد به آثار مختلف گیاهی و محیط‌های مورد علاقه آن‌ها می‌توان حدس زد که چه شرایط بوم‌شناختی‌ای بر ایران حاکم بوده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که برخلاف بیشتر نقاط جهان، که در آن‌ها طی ژوراسیک بیشترین تنوع گیاهی متعلق به مخروطداران (مثل کاج و سرو) بوده، در ایران نسبت مخروطداران بسیار پایین‌تر بوده است. مخروطداران گیاهان معمول مناطق بلند، سرد و خشک‌اند. در مناطق مرطوب‌تر گیاهان دیگری مثل سیکادها، سرخس‌ها و دماسپی‌ها زندگی می‌کنند. امروزه تنوع سیکادها بسیار کم است و احتمالاً نسل آن‌ها به‌زودی منقرض می‌شود. سرخس‌ها و دماسپی‌ها هم به مناطق بسیار مرطوب اطراف رودخانه‌ها محدود شده‌اند. در عوض، در ایران دوره ژوراسیک گسترش گیاهان مناطق مرطوب و

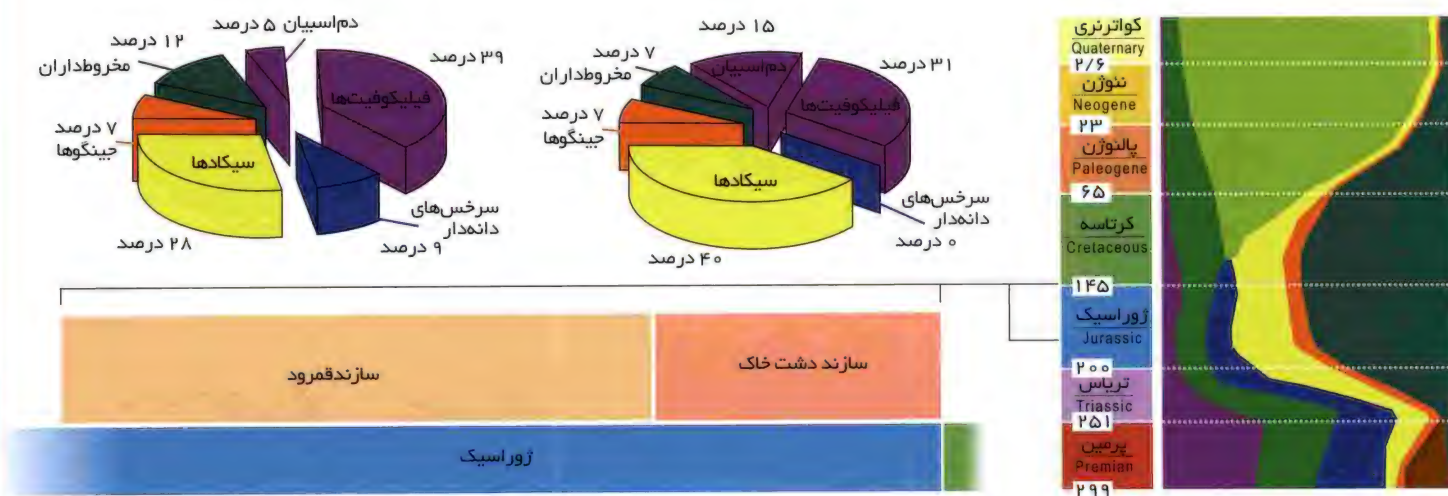
کم‌ارتفاع بیش از بقیه گروه‌ها بوده است. به مرور زمان و با نزدیک شدن به ژوراسیک بالایی، نسبت مخروطداران باز هم کمتر و نسبت گیاهان مناطق مرطوب کم‌ارتفاع بیشتر می‌شود. این موضوع که گیاهان مناطق خشک و سرد و مرتفع سرزمین ایران کمتر از گیاهان مناطق گرم و مرطوب و کم‌ارتفاع بوده‌اند، نشانگر خوبی برای آب و هوای گرم‌تر و مرطوب‌تر ایران در دوره ژوراسیک نسبت به بقیه نقاط جهان است. کمبود گیاهان مخروطدار نشان‌دهنده دو حقیقت دیگر هم هست: کم‌ارتفاع بودن و کم‌مساحت بودن خشکی‌ها در ایران، و کمتر بودن گیاه‌خوارانی که متخصص تغذیه از این گیاهان بوده‌اند. به عبارت دیگر، ایران مجموعه‌ای از جزایر گرمسیری مردابی با گیاهان کوچک و متوسط رطوبت‌دوست، و بیشتر محل زندگی دایناسورهای گیاه‌خوار کوچک‌تر بوده است.

نسبت گروه‌های مختلف گیاهان طی دوران مختلف

از پایین (اواخر پالئوژوئیک) تا بالای (امروز) این نمودار می‌توان تغییرات پراکنش و تنوع گروه‌های مختلف گیاهان را مشاهده کرد. طی ژوراسیک و کرتاسه تنوع مخروطداران بیش از بقیه گیاهان است. با پیدایش گیاهان گل‌دار در کرتاسه، تنوع گروه‌های دیگر گیاهان به نسبت کمتر می‌شود اما تا پایان کرتاسه همچنان مخروطداران متنوع‌ترین گیاهان کره زمین هستند.

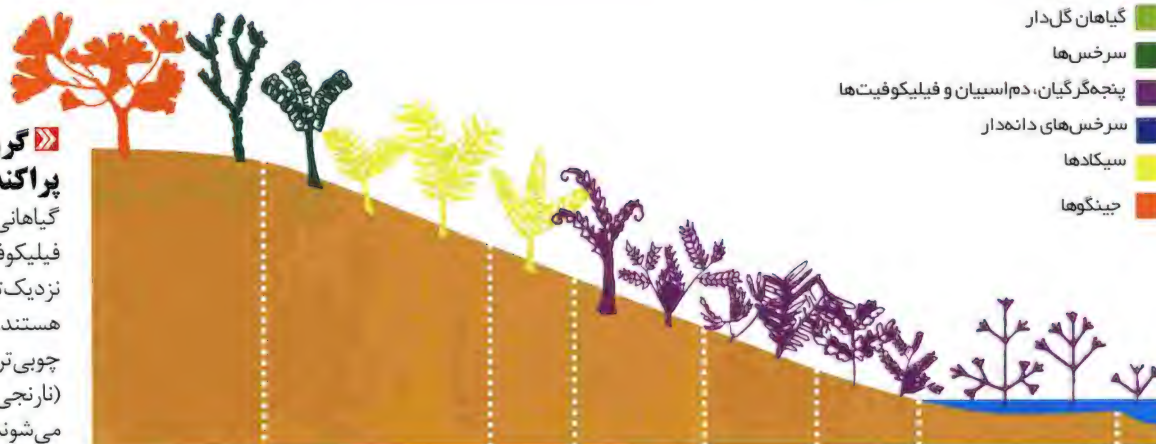
تغییر نسبت گروه‌های مختلف گیاهان سنگواره ایران طی ژوراسیک

قمرود و دشت‌خاک از مهم‌ترین سازندهای زمین‌شناسی حای سنگواره گیاهان هستند. به تغییرات نسبت گروه‌های مختلف گیاهان در این دو سازند توجه کنید. برخلاف بقیه جهان، مخروطداران و جینگوها در این دو ناحیه اندک هستند و در عوض سیکادها، دماسپیان و فیلکوفیت‌ها فراوان هستند.



گروه‌های مختلف گیاهان و پراکندگی آن‌ها در ارتفاعات

گیاهانی مثل دماسپی‌ها و فیلکوفیت‌ها (بنفش) و سیکادها (زرد) نزدیک‌ترین گیاهان به ساحل آب‌ها هستند. با زیاد شدن ارتفاع، گیاهان چوبی‌تر و بزرگ‌تری مثل جینگو (نارنجی) و مخروطداران (سبز) دیده می‌شوند (← فصل ۲۰).



اثر جزیره‌ای چیست؟

جانورشناسان مدت‌هاست که متوجه شده‌اند حیوانات جزیره‌نشین با حیوانات ساکن سرزمین‌های بزرگ تفاوت‌های جالبی دارند. مهم‌ترین این تفاوت‌ها، تفاوت اندازه این جانوران است.

معمولاً حیوانات بزرگ‌تر (به‌خصوص گیاه‌خواران بزرگ) در جزایر به حیوانات کوچک تبدیل می‌شوند و حیوانات کوچک (مثلاً موش‌ها) در جزایر اندازه‌های بزرگ‌تری پیدا می‌کنند.

نمودهای مختلف اثر جزیره‌ای

مهم‌ترین نمود اثر جزیره‌ای، کوچک‌شدن اندازه موجودات جزیره‌نشین است (فصل ۱۷، ۲۷ و ۲۸). در مورد پرندگان جزیره‌نشین معمولاً این تأثیر متفاوت است. پرندگان جزیره‌نشین، به‌خصوص در جزایر دورافتاده‌ای که شکارچی‌ها و تخم‌دزدهایی مثل موش‌ها و گربه‌ها و سگ‌ها در آنجا پیدا نمی‌شوند، قدرت پرواز خود را از دست می‌دهند و به حیوانات زمینی چاق و بزرگ و تنبل تبدیل می‌شوند. جثه‌خزندگان مثل مارها و پستانداران کوچکی مثل موش‌ها هم در جزایر به‌خاطر رقابت شدید بر سر غذا معمولاً بزرگ‌تر از حد معمول در قاره‌ها می‌شود.

اثر جزیره‌ای چگونه باعث کوچک‌شدن جانوران بزرگ می‌شود؟

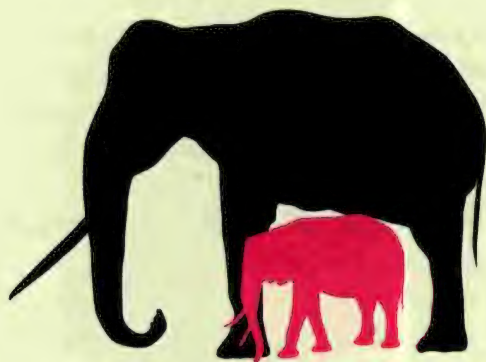
محدودیت منابع غذایی، به‌ویژه گیاهان، مهم‌ترین دلیل کوچک‌شدن جثه جانوران بزرگ در جزیره‌هاست. در شرایط محدود، جانورانی که زودتر به سن بلوغ می‌رسند و توانایی تولیدمثل پیدا می‌کنند، موفق‌ترند. اگر در جمعیتی بزرگ از گیاه‌خوارانی که در چنین شرایطی قرار دارند، برخی افراد بتوانند با خوردن غذای کمتر و رشد کمتر زودتر از دیگران تولیدمثل کنند، در نسل‌ها بعدی به تدریج نسبت فرزندان این افراد به فرزندان بقیه که به غذای بیشتری نیاز دارند، بیشتر و بیشتر می‌شود؛ بنابراین، آرام‌آرام متوسط اندازه کل جمعیت کاهش می‌یابد.

پیش‌تر در مورد تکامل ناهم‌زمان صحبت کردیم (فصل ۱۶) و گفتیم که تکامل ناهم‌زمان دو نمود اصلی دارد: بارزترشدن تدریجی نشانه‌های ثانویه جنسی طی نسل‌های پی‌درپی (که به پیدایش جانوران غول‌پیکر، شاخ‌دار، خاردار و یا پردراز منجر می‌شود)، و دیگری کم‌رنگ‌ترشدن تدریجی نشانه‌های ثانویه جنسی طی نسل‌های پی‌درپی (که به پیدایش جانوران کوچک‌تر و «بچه‌نما» می‌انجامد). در اثر جزیره‌ای دقیقاً همین نمود دوم از تکامل ناهم‌زمان رخ می‌دهد و جانورانی با جثه‌های کوچک‌تر و کمترین نشانه‌های ثانویه جنسی پیدا می‌شوند که توانایی تولیدمثل پیدا کرده‌اند.

بنابراین، انتظار داریم که نرخ رشد در جانورانی که تحت اثر جزیره‌ای قرار گرفته‌اند، از خویشاوندان ساکن سرزمین‌های اصلی آن‌ها کمتر شده باشد.

فیل مدیترانه‌ای

فیل مدیترانه‌ای در برخی جزیره‌های دریای مدیترانه زندگی می‌کرد. این گونه که خویشاوند نزدیک فیل‌های آسیایی بود، به‌تازگی منقرض شده است. نکته عجیبی که در مورد این فیل وجود داشت، جثه کوچک آن بود. فیل‌های بالغ این گونه، تنها اندکی از یک گوسفند معمولی بزرگ‌تر می‌شدند. علت کوتوله‌شدن این فیل‌ها اثر جزیره‌ای بوده است.

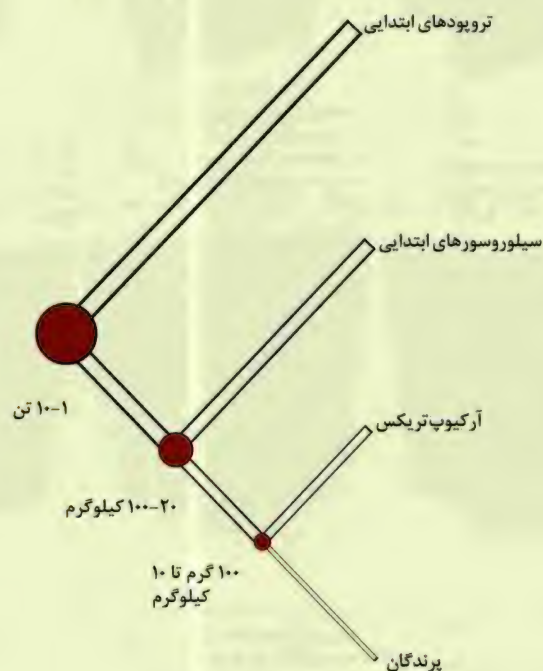


یوروپاسورس

یوروپاسورس (فصل ۲۷) و ماگیاروسورس (فصل ۲۸) دو نمونه از سورپویدهای بسیار کوچک ساکن جزایر اروپا هستند. بررسی بافت استخوانی این دایناسورها نشان می‌دهد که رشد استخوان‌ها سرعت کمی داشته و خیلی زود تحت تأثیر هورمون‌های جنسی متوقف شده است.

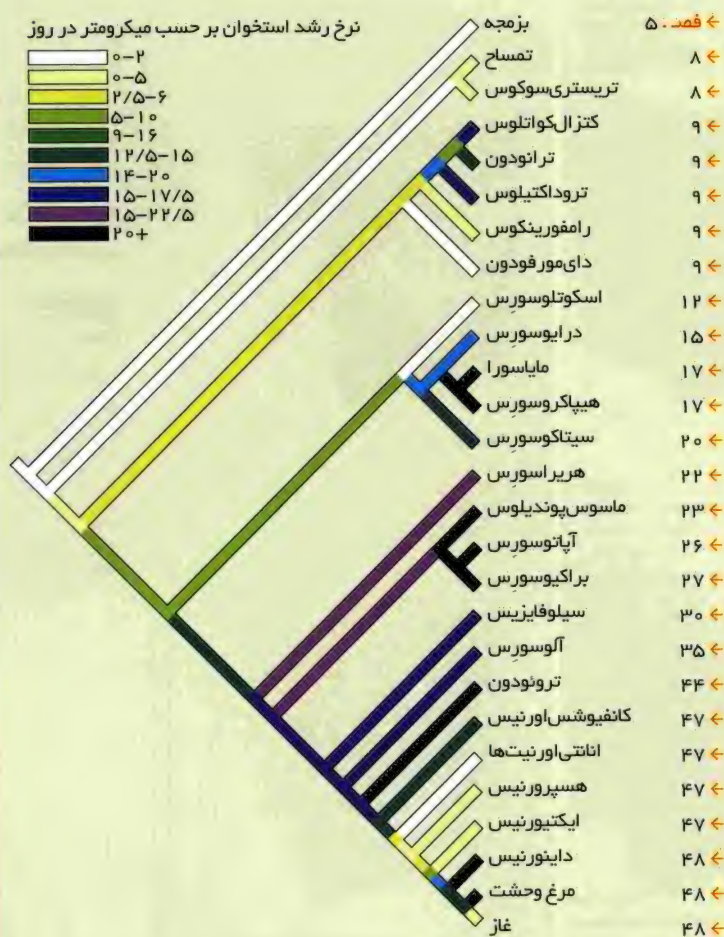
کوچک شدن تدریجی جثه تروپودها و پیدایش پرندگان

پرندگان، به عنوان نمونه‌هایی زنده از تروپودها، حیواناتی بسیار سبک و کوچک‌اند. همان‌طور که دیدیم، این جثه کوچک ابتدا در یومانی‌راپتورها پیداشد و پرندگان بدن‌های سبک و کوچک خود را از آن‌ها به ارث بردند (فصل ۴۳-۴۸). در این درخت تبارزایی ساده شده می‌توانید کوچک شدن تدریجی اندازه بدن را به سمت پرندگان ببینید.



کم شدن نرخ رشد در آوین‌ها

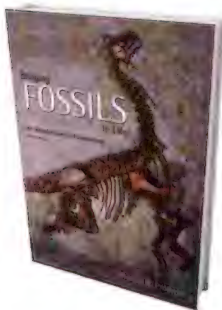
این درخت تکاملی، نرخ رشد استخوان‌ها را بر اساس میکرومتر در روز، در چندین نمونه مختلف از آرکوسورها از جمله در کروکودیل‌ها، تروسورها و بسیاری دایناسورها نشان می‌دهد (فصل ۳۷). می‌توانید ببینید که در تروسورها و دایناسورها، که سوخت‌وساز بالاتری دارند (فصل ۳۵)، نرخ رشد هم افزایش یافته و در دایناسورهای غول‌پیکر، این میزان به بیشترین حد خود رسیده است (فصل ۲۸). جالب است که در سیلوروسورها نیز نرخ رشد بسیار زیاد است اما ناگهان در تبار آوین‌ها فوق‌العاده کم می‌شود. این کم شدن نرخ رشد از تکامل ناهم‌زمان در آوین‌ها حکایت دارد و می‌تواند نشان دهد که آوین‌ها تحت اثر جزیره‌ای، نرخ رشد کمتر و جثه‌های کوچک‌تری داشته‌اند.



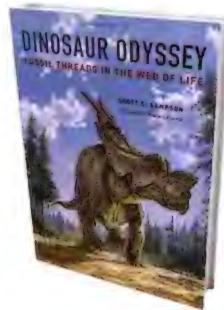
ردپای داینونیکوسورهای ایرانی

ردپایی که اخیراً در کرمان شناسایی شده و احتمالاً مربوط به ژوراسیک بالایی است، حاوی چند اثر پای دو انگشتی است. چنین آثاری مشخصاً مربوط به داینونیکوسورها هستند (فصل ۴۳-۴۵)؛ بنابراین، احتمالاً به یکی از قدیمی‌ترین نمونه‌های یومانی‌راپتورها تعلق دارند. از آنجا که اثر جزیره‌ای در تکامل آوین‌ها و پرندگان نقش مهمی داشته است، باید منتظر سنگواره‌های بهتری از ایران باشیم که مربوط به نخستین مراحل پیدایش یومانی‌راپتورها و آوین‌های کوچک مربوط می‌شوند.

BRINGING FOSSILS TO LIFE:
AN INTRODUCTION TO PALEOBIOLOGY
DONALD PROTHERO; MCGRAW-HILL
SCIENCE/ENGINEERING/MATH; 2ND
EDITION. 2003



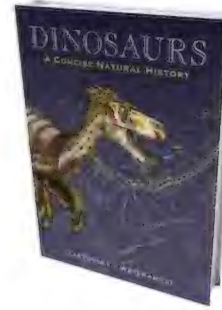
DINOSAUR ODYSSEY:
FOSSIL THREADS IN THE WEB OF LIFE
SCOTT D. SAMPSON; UNIVERSITY OF
CALIFORNIA PRESS. 2011



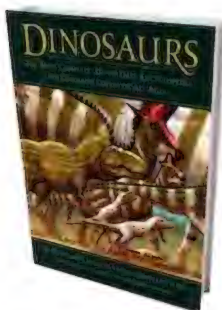
DINOSAURS OF THE AIR:
THE EVOLUTION AND LOSS OF
FLIGHT IN DINOSAURS AND BIRDS
GREGORY S. PAUL; THE JOHNS
HOPKINS UNIVERSITY PRESS. 2002



DINOSAURS:
A CONCISE NATURAL HISTORY
DAVID E. FASTOVSKY & DAVID
B. WEISHAMPEL; CAMBRIDGE
UNIVERSITY PRESS. 2009



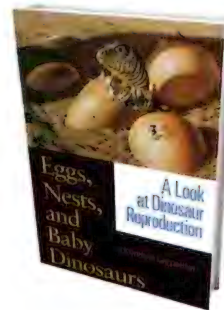
DINOSAURS:
THE MOST COMPLETE, UP-TO-
DATE ENCYCLOPEDIA FOR DIN -
SAUR LOVERS OF ALL AGES



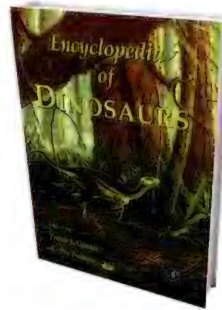
**DYNAMICS OF DINOSAURS AND
OTHER EXTINCT GIANTS**
R. McNEILL. ALEXANDER;
COLUMBIA UNIVERSITY PRESS.
1989



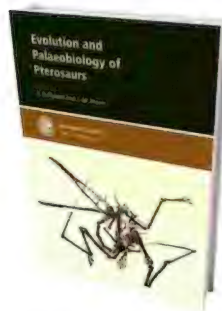
EGGS, NESTS, AND BABY DINOSAURS:
A LOOK AT DINOSAUR REPRODUCTION
KENNETH CARPENTER; INDIANA UN -
IVERSITY PRESS. 1999



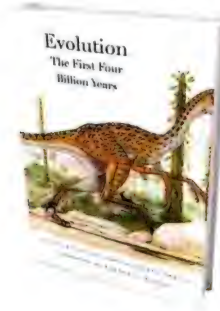
ENCYCLOPEDIA OF DINOSAURS
PHILIP J. CURRIE & KEVIN PA -
DIAN. ACADEMIC PRESS. 1997



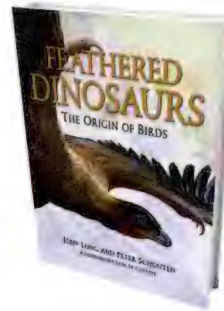
**EVOLUTION AND PALAEOBIOLOGY
OF PTEROSAURS**
ERIC BUFFETAUT & JEAN-MICHEL
MAZIN; GEOLOGICAL SOCIETY OF
LONDON. 2003



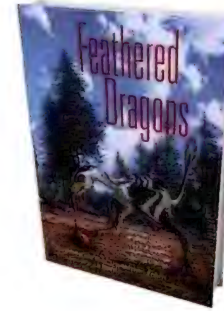
EVOLUTION:
THE FIRST FOUR BILLION YEARS
MICHAEL RUSE & JOSEPH TRAVIS;
BELKNAP PRESS OF HARVARD
UNIVERSITY PRESS. 2009



FEATHERED DINOSAURS:
THE ORIGIN OF BIRDS
JOHN LONG & PETER SCHOUTEN;
OXFORD UNIVERSITY PRESS. 2008



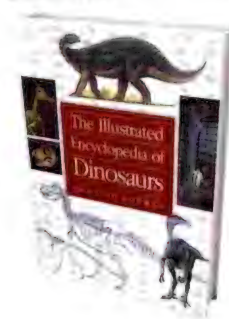
FEATHERED DRAGONS:
STUDIES ON THE TRANSITION
FROM DINOSAURS TO BIRDS
PHILIP J. CURRIE, EVA B. KO -
PELHUS, MARTIN A. SHUGAR &
JOANNA L. WRIGHT; INDIANA
UNIVERSITY PRESS. 2004



HORNS AND BEAKS:
CERATOPSID AND ORNITHOMYD
DINOSAURS
KENNETH CARPENTER; INDIANA
UNIVERSITY PRESS. 2006



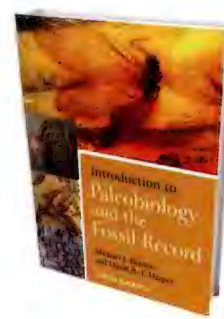
**ILLUSTRATED ENCYCLOPEDIA OF
DINOSAURS**
DAVID NORMAN; SALAMANDER
BOOKS. 1985



**ILLUSTRATED ENCYCLOPEDIA OF
PTEROSAURS**
PETER WELLNHOFER; SAL -
MANDER BOOKS. 1991



**INTRODUCTION TO PALEOBIO -
LOGY AND THE FOSSIL RECORD**
MICHAEL J. BENTON & DAVID
A. T. HARPER; WILEY-BLAC -
WELL. 2009



برخی
کتابهای
مأخذ، برای
مطالعه بیشتر



MESOZOIC BIRDS:
ABOVE THE HEADS OF DINOSAURS
 LUIS M. CHIAPPE & LAWRENCE M. WITMER. UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS. 2002



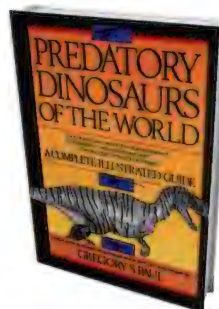
PALAEOBIOLOGY II
 DEREK BRIGGS & PETER R. CROWTHER. WILEY-BLACKWELL. 2001



PALAEOBIOLOGY:
A SYNTHESIS
 DEREK BRIGGS & PETER R. CROWTHER. BLACKWELL SCIENCE LTD. 1989



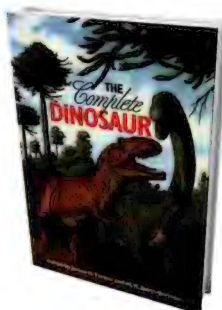
PREDATORY DINOSAURS OF THE WORLD:
A COMPLETE ILLUSTRATED GUIDE
 GREGORY S. PAUL; TOUCHSTONE BOOKS. 1989



THE ARMORED DINOSAURS
 KENNETH CARPENTER; INDIANA UNIVERSITY PRESS. 2001



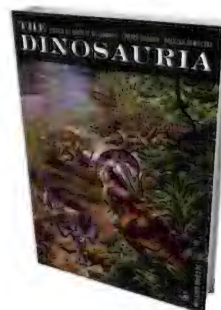
THE COMPLETE DINOSAUR
 JAMES O. FARLOW & MICHAEL K. BRETT-SURMAN; INDIANA UNIVERSITY PRESS. 1999



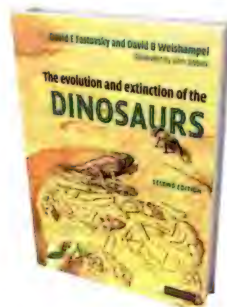
THE DINOSAUR HERESIES:
NEW THEORIES UNLOCKING THE MYSTERY OF THE DINOSAURS AND THEIR EXTINCTION
 ROBERT T. BAKKER; WILLIAM MORROW & COMPANY 1986



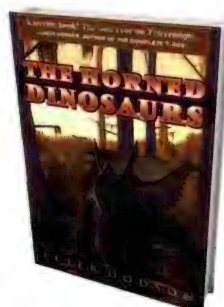
THE DINOSAURIA:
SECOND EDITION
 DAVID B. WEISHAMPEL, PETER DODSON & HALSZKA OSMÓLSKA; UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS; 2ND EDITION. 2004



THE EVOLUTION AND EXTINCTION OF THE DINOSAURS
 DAVID E. FASTOVSKY & DAVID B. WEISHAMPEL; CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS; 2ND EDITION. 2005



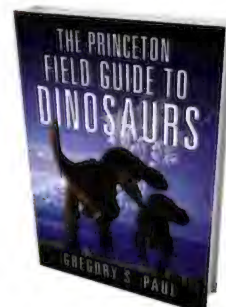
THE HORNED DINOSAURS
 PETER DODSON; PRINCETON UNIVERSITY PRESS. 1998



THE INNER BIRD:
ANATOMY AND EVOLUTION
 GARY W. KAISER; UNIVERSITY OF WASHINGTON PRESS. 2008



THE PRINCETON FIELD GUIDE TO DINOSAURS
 GREGORY S. PAUL; PRINCETON UNIVERSITY PRESS. 2010



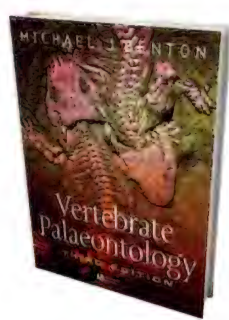
THE PTEROSAURS:
FROM DEEP TIME
 DAVID M. UNWIN; PI PRESS. 2005



VERTEBRATES:
COMPARATIVE ANATOMY, FUNCTION, EVOLUTION
 KENNETH KARDONG; MCGRAW-HILL SCIENCE/ENGINEERING/MATH; 6TH EDITION. 2011



VERTEBRATE PALAEONTOLOGY
 MICHAEL J. BENTON; WILEY-BLACKWELL; 3ED EDITION. 2004



فسیل‌شناسی مهره‌داران
 محمدرضا کبریایی‌زاده، عرفان خسروی و کورش رشیدی؛ انتشارات دانشگاه پیام نور. ۱۳۸۹



انقراض (Extinction): از میان رفتن همه نمایندگان زنده یک تبار؛ اگر از یک تبار حتی یک گونه هم باقی بماند، آن تبار منقرض شده محسوب نمی‌شود. برای مثال، بیشتر تبارهای دایناسورها مدت‌ها پیش منقرض شده‌اند اما از آنجا که پرندگان هم یکی از تبارهای دایناسورها هستند، نمی‌توان دایناسورها را منقرض شده دانست.

انقراض توده‌ای (Mass Extinction): یا «انقراض جمعی» از میان رفتن تعداد زیادی از موجودات زنده به‌طور هم‌زمان. معمولاً انقراض‌های جمعی به‌دنبال وقایع فاجعه‌بار طبیعی رخ می‌دهند اما فرایند انقراض‌های جمعی با مقیاس جهانی مدت زمان بیشتری طول می‌کشد و فرایندی تدریجی است. ما در زمان حاضر با یک انقراض توده‌ای جهانی روبه‌رو هستیم که مثل انقراض دایناسورها تا مدت‌ها زمین را به برهوتی خشک تبدیل خواهد کرد.

انگشت شست دست (Pollex) یا پا (Hallux): انگشت نخست دست یا پای مهره‌داران خشکی‌زی. انگشت شست معمولاً یک بند کمتر از انگشتان دیگر دارد. در بسیاری از دایناسورها انگشت شست دست روبه‌روی انگشتان دیگر دست قرار می‌گرفت. در تروپودها، انگشت شست دست حذف شده و انگشت دوم دست دقیقاً همان ساختار و نقش را پذیرفته بود. پرندگان امروزی هم که از تبار همین دایناسورها هستند، در بال‌هایشان سه انگشت دوم و سوم و چهارم را دارند.

بازدانگان (Gymnosperms): گیاهانی که دانه‌دارند اما میوه‌ای ندارند که دانه‌شان را در بر بگیرد. جینگوها، سیکادها و مخروط‌داران معروف‌ترین بازدانگان هستند. دانه این گیاهان درون اندامی میوه‌مانند به نام مخروط قرار می‌گیرد. تفاوت مخروط با میوه در همین جاست که دانه‌ها روی فلس‌های مخروط هستند و با فضای بیرون مرتبط‌اند. توجه داشته باشید که بازدانگان یک تبار محسوب نمی‌شوند و در رده‌بندی جایی ندارند.

بافت‌شناسی (Histology): دانش مطالعه بافت‌های جانداران. بافت مجموعه‌ای از یاخته‌های هم‌شکل و همکار است.

برون‌گرم (Ectotherm): جانداري که گرمای مورد نیاز برای زنده ماندنش را باید از محیط به‌دست بیاورد.

بوم‌شناسی (Ecology): دانش مطالعه جانداران در محیط زیستشان و بررسی روابط آنها با یکدیگر.

بومی‌شدن (Endemicism): تکامل و گونه‌زایی یک تبار در یک ناحیه محدود جغرافیایی.

بهره مغزی (Encephalization Quotient): یا «شاخص مغزی‌شدن»، میزان نسبی پرشدن جعبه مغزی از مغز است.

پانگه‌آ (Pangaea): قاره‌ای عظیم که پیش از پیدایش دایناسورها از به هم پیوستن صفحات قاره‌ای زمین به‌وجود آمده بود. شاید تغییرات آب‌وهوایی شدید ناشی از پیدایش چنین خشکی عظیمی بود که باعث انقراض وسیع پیش از دایناسورها و زمینه پیدایش دایناسورها را فراهم آورد.

استخوان پیش‌دندانی (Predentary): استخوانی که در دو تبار سایلی‌سوریدها و دایناسورهای اورتی‌تیسکین در جلوی آرواره پایین ظاهر شده و احتمالاً حمایت‌کننده منقار شاخی آن‌ها بوده است. وجود این استخوان در نوک آرواره نشان‌دهنده گیاه‌خوار بودن این موجودات است. این استخوان برخلاف دیگر استخوان‌های آرواره دندان ندارد.

استخوان تهیگاهی (Ilium): یکی از سه استخوان لگن در مهره‌داران که به مهره‌های خاجی متصل می‌شود.

استخوان جناغ (Sternum): استخوانی در سمت شکمی قفسه سینه مهره‌داران که ماهیچه‌های سینه‌ای به آن متصل می‌شوند. در بسیاری از دایناسورها جناغ، کوچک و غضروفی است اما در نمونه‌های پروازگر، جناغ استخوانی و بزرگ است. جناغ پرندگان همان استخوان بزرگ سینه آن‌هاست و نباید به استخوان چنبری آن‌ها، که لاشکل است و در جلوی سینه قرار دارد، جناغ گفت.

استخوان چنبری (Furcula): استخوانی ۷ مانند یا ۸ مانند که در تروپودها از به هم پیوستن استخوان‌های ترقوه تکامل یافته است. در پرندگان این استخوان را به اشتباه «جناغ» می‌نامند.

استخوان روسترال (Rostral): استخوانی در دایناسورهای شاخ‌دار در نوک آرواره بالا تکامل یافته و معمولاً شبیه به منقار طوطی است.

استخوان شرمگاهی (Pubis): یکی از سه استخوان لگن در مهره‌داران؛ در گروه‌های مختلف دایناسورها این استخوان در وضعیت‌های مختلفی قرار می‌گیرد.

استخوان‌های کف دست (Metacarpal) یا کف پا (Metatarsal): استخوان‌های درازی که میان مچ و بندهای انگشتان قرار می‌گیرند.

استخوان نشیمن‌گاهی (Ischium): یکی از سه استخوان لگن در مهره‌داران.

استخوان هلالی (Semilunate Carpal): استخوانی نسبتاً بزرگ در مچ دست مانی‌راپتورها که به اعطاف‌پذیری مفصل مچ، توانایی در شکارگری و تکامل پرواز در آن‌ها کمک کرده است.

امید به زندگی (Survivorship): بخت یک جاندار برای زنده ماندن در مدت زمان مشخص، که معمولاً به‌صورت میانگینی برای همه افراد یک جمعیت یا گونه از جانوران به‌کار می‌رود.

انشعاب سازش‌پذیرنده (Adaptive Radiation): زمانی که تنوع زیستی در یک ناحیه از میان برود، گونه‌های باقی‌مانده با فرصت‌طلبی و به‌سرعت حلقه‌های خالی زیست‌بوم را پر می‌کنند. در حالی که تکامل یک گونه ممکن است چند میلیون سال به‌درازا بکشد، انشعاب سازش‌پذیرنده طی مدت کوتاهی (مثلاً چند هزار سال) می‌تواند چندین گونه جدید ایجاد کند. هر کدام از این گونه‌ها می‌تواند بعدها به یک تبار بزرگ تبدیل شود. رده‌بندی تبارزایی چنین تبارهایی بسیار دشوار است؛ زیرا هر شاخه از درخت به جای جد شدن دوشاخه، چندشاخه می‌شود.

پایادما (Homeotherm): جانداري که می‌تواند دمای بدنش را در دامنه‌ی خاصی تنظیم‌کند و قسمت‌های مختلف بدنش دماهای تقریباً برابر دارند.

پنجه‌رو (Digitigrade): جانوری که در هنگام راه رفتن، تنها سطح زیرین انگشتانش با زمین تماس می‌یابد. معمولاً جانوران پنجه‌رو نسبت به جانوران کف‌رو توانایی بیشتری برای دویدن دارند.

پویادما (Poikilotherm): جانداري که با تغییر دمای محیط، دمای بدنش دچار تغییر می‌شود و اختلاف دما در نواحی مختلف بدنش زیاد است.

پیاز بویایی (Olfactory Bulb): قسمتی از مغز که محل دریافت پیام‌های بویایی است و در پشت بینی قرار دارد. هرچه پیاز بویایی بزرگ‌تر باشد، حس بویایی قوی‌تر است.

تبار (Clade): مجموعه‌ی یک نیای مشترک و همه‌ی موجوداتی است که از آن تکامل یافته‌اند. تبار مفهومی است که پس از مطرح‌شدن درخت‌های تبارزایی اهمیت یافت. در رده‌بندی نوین که از دهه‌ی ۷۰ میلادی پذیرفته شده است، همه‌ی گروه‌بندی‌های پذیرفته شده از موجودات زنده (یعنی همه‌ی گونه‌ها، سرده‌ها، خانواده‌ها، رده‌ها...) می‌بایست مطابق با همین تعریف، یک «تبار» باشند؛ در غیر این صورت، گروه معتبری نخواهند بود؛ بنابراین، گروه‌هایی مثل فرمانرو آغازیان، گروه بی‌مهرگان و رده‌ی ماهی‌ها، در رده‌بندی نوین جایی ندارند. «رده‌ی خزندگان» هم در صورتی که پرندگان را از آن‌ها جدا کنیم، یک تبار نخواهد بود. به همین دلیل، پرندگان یکی از زیرگروه‌های رده‌ی خزندگان محسوب می‌شوند.

تکامل (Evolution): یا «تکامل از طریق انتخاب طبیعی»، نظریه‌ای که طبق آن افراد هر جمعیت یا گونه، تفاوت‌هایی بسیار جزئی و ذاتی با یکدیگر دارند و بسته به شرایط محیط زیست، برخی به‌خاطر همان تفاوت‌های ذاتی، بخت بقای بیشتری نسبت به دیگران پیدا می‌کنند؛ در نتیجه زاده‌های بیشتری تولید می‌کنند و از آن‌جا که صفات ذاتی، موروثی هستند، زاده‌های افراد موفق در میان جمعیت افزایش یافته و به نسبت افراد بیشتری دارای این صفات خواهند شد. پس از چند هزار تا چند میلیون نسل، این تغییرات به تعداد بیشتر روی هم انباشته شده و از آن‌جا که شرایط محیط برای هر جمعیت از جانداران متفاوت است، منجر به افتراق میان دو یا چند جمعیت که در ابتدا به هم شبیه بوده‌اند، خواهد شد و سرانجام به پیدایش گونه‌های جدید و متفاوت ختم می‌شود.

تکامل هم‌پسته (Co-evolution): تکامل دو جاندار مختلف، به‌طوری که به‌تدریج به هم وابسته‌تر شوند و در تکامل هم تأثیرگذار باشند.

تکامل هم‌گرا (Convergence): تکامل دو جاندار مختلف در شرایط یکسان؛ طوری که به‌تدریج به هم شبیه شوند.

تکوین (Development): رشد و کامل‌شدن اندام‌های رویان درون تخم یا بدن مادر.

تنوع زیستی (Biodiversity): گوناگونی حیات یا تنوع زیستی، به معنی تنوع گونه‌های زنده و پیچیدگی حلقه‌های بوم‌شناختی است. با از میان رفتن هر کدام از حلقه‌های بوم‌شناختی، تنوع زیستی کمتر می‌شود و زندگی حلقه‌های دیگر به‌خطر می‌افتد.

خانواده (Family): یا «تیره»، یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند سرده می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند خانواده در کنار یکدیگر، یک راسته را تشکیل می‌دهند.

خشاب دندان (Dental Battery): مجموعه‌ی فشردگی از دندان‌ها که روی هم قرار گرفته‌اند. معمولاً این دندان‌ها در کنار هم ساختاری شبیه رنده می‌سازند که طی جویدن، الیاف گیاهی را میان دو آرواره «رنده می‌کنند».

خون سرد: — به پویادما، برون‌گرما

خون گرم: — به پایادما، درون‌گرما

دامنه (Domain): در رده‌بندی‌های نوین، همه‌ی موجودات زنده در سه دامنه رده‌بندی می‌شوند. هر دامنه شامل یک یا چند فرمانرو است.

درخت تبارزایی (Cladogram or Phylogenetic Tree): نموداری شاخه‌شاخه و درخت‌مانند که دانشمندان برای نشان‌دادن خویشاوندی میان تبارهای جانداران بر اساس شباهت‌های نمونه‌های مختلف آن‌ها، به کمک رایانه، ترسیم می‌کنند.

درون‌گرما (Endotherm): جانداري که می‌تواند گرمای مورد نیازش را خودش تأمین کند.

دفاع فعال (Active Defense): دفاع در برابر شکارچیان، در جانورانی که به جای مخفی‌شدن و دور شدن از دسترس شکارچی، از وسیله‌های دفاعی مثل شاخ یا گرزهای دمی استفاده می‌کنند.

دنبالچه (Pygostyle): استخوانی که از اتصال چند مهره انتهایی دم در برخی دایناسورها، به‌ویژه پرندگان تکامل یافته است.

دندان‌بندی (Dentition): شکل و تعداد دندان‌ها در مهره‌داران؛ در پستانداران، برخی دایناسورها و چند نمونه از کروکودیل‌ها، دندان‌بندی‌های نسبتاً پیچیده‌ای تکامل یافته که شامل دندان‌هایی برنده در جلو دهان (دندان‌های پیش)، دندان‌هایی تیز و سوراخ‌کننده در قسمت میانی آرواره‌ها (دندان‌های نیش) و دندان‌های بزرگ تکه‌کننده یا له‌کننده در عقب دهان (دندان‌های آسیا) است.

دنده‌های دروغین (False Ribs): زوایدی که از امتداد دنده‌ها به استخوان جناغ متصل می‌شوند.

دید دو چشمی (Binocular): توانایی دیدن یک منظره با هر دو چشم. دید دو چشمی باعث می‌شود که جانور بتواند فاصله و بعد را تشخیص بدهد. معمولاً شکارچی‌ها و جانوران درخت‌زی دید دو چشمی دارند.

راسته (Order): یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند خانواده می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند راسته در کنار هم یک رده را تشکیل می‌دهند.

رده (Class): یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند راسته می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند رده در کنار هم یک شاخه را به وجود می‌آورند.

رویوان (Embryo): یا جنین جانوری است که هنوز درون تخم یا بدن مادر است و متولد نشده است. گاهی اوقات به مراحل آغازین رشد یک موجود درون تخم یا بدن مادر، رویوان و به مراحل پایانی‌اش جنین می‌گویند. به دانش مطالعه زیست‌شناختی رویوان‌ها، رویان‌شناسی می‌گویند.

زائیده بالارونده استخوان قوزک (Ascending Process of Astragalus): زائیده‌ای مثلی که در مج پای دایناسورها و در جلوی ساق (استخوان درشت‌نی) آن‌ها قرار می‌گیرد و از ویژگی‌های مشترک دایناسورها محسوب می‌شود.

سازند (Formation): مجموعه‌ای از رسوبات که طی فرایند زمین‌شناختی یک‌سان و دوره واحدی ایجاد شده‌اند؛ مثلاً رسوب خاکسترهای آتش‌فشانی در قعر دریاچه‌های چند میلیون سال پیش اطراف استان تهران، سازند کرج را ساخته‌اند.

سرده (Genus): یا «جنس»، یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند گونه می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند سرده در کنار هم یک خانواده را تشکیل می‌دهند.

سنگدان (Gizzard): بخشی از معده که ماهیچه‌های قوی آن غذای بلعیده شده را له می‌کنند و معمولاً برای عملکرد بهتر مقداری سنگ هم که جانور خورده است، به خورد کردن غذا کمک می‌کنند. در کروکودیل‌ها سنگدان در سنگین کردن بدن و غوطه خوردن در زیر آب نقش مهمی دارد. در چندین گروه از دایناسورهای گیاه‌خوار هم، به‌ویژه پرندگان، سنگدان تکامل یافته است.

سوخت‌وساز (Metabolism): میزان و نوع مصرف مواد غذایی و به دست آوردن انرژی و گرما در موجودات زنده. معمولاً وقتی از سوخت‌وساز دایناسورها صحبت می‌کنیم، منظور «خون گرم بودن» یا «خون سرد بودن» آن‌هاست.

شاخه (Phylum): یکی از سطوح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند رده می‌شود. در رده‌بندی لینه‌ای، چند شاخه در کنار هم یک فرمانرو را تشکیل می‌دهند.

غریزه (Instinct): نیرویی که رفتار جانوران را شکل می‌دهد. رفتارهای غریزی معمولاً با فرایندهایی مثل لذت و خشم همراه‌اند؛ یعنی، جانور به خاطر خشمگین شدن یا کسب لذت رفتاری را در پیش می‌گیرد.

فرگشت زیستی: — تکامل

فرمانرو (Regnum or Kingdom): بالاترین سطح رده‌بندی لینه‌ای که شامل چند شاخه می‌شود. در رده‌بندی‌های نوین، سطحی بالاتر از فرمانرو به نام دامنه در نظر گرفته می‌شود که شامل چند فرمانرو می‌شود.

فون (Fauna): مجموعه جانورانی که در یک ناحیه زندگی می‌کنند. در مقابل، به مجموعه رستنی‌های یک ناحیه نیز فلور (Flora) گفته می‌شود.

کفرو (Plantigrade): جانوری که در هنگام راه رفتن، کف دست‌وپا و نیز سطح انگشتانش با زمین تماس پیدا می‌کنند. جانوران کفرو معمولاً سنگین وزن هستند.

کیسه‌های هوایی (Air Sacs): کیسه‌های بزرگی در بدن آرکوسورها که به شش وصل شده‌اند اما درون سینه، شکم، گردن و بازو امتداد دارند. مهم‌ترین نقش‌های کیسه‌های هوایی خنک کردن ماهیچه‌ها، سبک کردن وزن بدن و کمک به تنفس است.

گونه (Species): یا «نوع»، کوچکترین واحد در رده‌بندی لینه‌ای. گونه تعاریف متفاوتی دارد اما کاربردی‌ترین این تعریف‌ها، «تعریف زیست‌شناختی» آن است. طبق تعریف زیست‌شناختی گونه، جاندارانی که توانایی تولیدمثل جنسی با یکدیگر دارند، در یک گونه قرار می‌گیرند. در رده‌بندی لینه‌ای چند گونه در کنار هم یک سرده را تشکیل می‌دهند.

مفصل میان‌آرواره‌ای (Intramandibular joint): مفصلی است میان استخوان‌های دندانانی در جلوی آرواره پایینی از یک سو و استخوان‌های قسمت عقب آرواره پایینی از سوی دیگر، در بیشتر دایناسورهای شکارچی. این مفصل باعث باز تر شدن نسبی آرواره در دایناسورهای شکارچی می‌شده است. در تیرانوسوریدها مفصل میان‌آرواره‌ای ثابت شده و در عوض قدرت آرواره‌ها افزایش یافته است.

منقار (Rhamphotheca): پوششی از جنس کراتین (پروتئین سازنده شاخ، پر، مو و ناخن) که سطح بیرونی و گاهی لبه آرواره‌ها را در بسیاری خزندگان گیاه‌خوار یا خزندگان شکارچی بدون دندان می‌پوشاند. چندین گروه از دایناسورها، به‌ویژه پرندگان امروزی، دارای منقار شده‌اند.

مهره‌های خاجی (Sacral Vertebrae): قسمتی از ستون مهره‌ها که به لگن متصل می‌شود. هر چه دایناسور مهره‌های خاجی بیشتری داشته باشد، توانایی بهتری برای حرکت روی دوپا و حفظ تعادل دارد.

ناخن‌رو (Unguligrade): یا «سم‌رو»، جانوری که در هنگام راه رفتن، تنها ناخن‌ها یا سم‌هایش را روی زمین می‌گذارد.

ناهم‌زمانی (Heterochrony): تغییر در نسبت نرخ رشد قسمت‌های مختلف بدن طی تکامل که به تغییر شکل بدن در گونه‌های جدید منجر می‌شود.

نخستی‌ها (Primates): تباری از پستانداران که شامل موجوداتی مثل لمورها، آئی‌ها، میمون‌ها و میمون‌های بی‌دم می‌شود.

نرخ رشد (Growth Rate): میزان رشد در واحد زمان.

نقرس (Gout): بیماری مفصلی ناشی از رسوب بلورهای اسید اوریک در مفصل‌ها.

وضعیت ایستایی (Posture): وضعیت قرارگیری پاها در مهره‌داران می‌تواند سه حالت داشته باشد. در دوزیستان و بیشتر خزندگان پاها در دوطرف تنه قرار دارند. در کروکودیل‌ها پاها به حالت نیمه‌عمودی هستند اما در پستانداران و دایناسورها آن‌ها کاملاً در زیر بدن قرار دارند.

- دایلفوسفورس ۱۷، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۴، ۱۳۵
- دایلفوسفوریدا ۵، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶
- دای مترودون ۲۵
- دای مورفودون ۲۰۷، ۴۵
- دای مورفودونتیدها ۴۵
- دایناسورومورفها ۲۶، ۲۷، ۴۸، ۱۲۰
- دایناکایوس ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۶۹
- دایونیکوس ۱۰، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۲، ۱۸۳
- دایونیکوسورا ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۹، ۱۸۸، ۱۹۲، ۱۹۶، ۲۰۷
- دراکویته تور ۱۲۵
- دراپوسورس ۲۰۷، ۶۹
- دراپوسوریدا ۶۷، ۶۲
- دراپومورفها ۶۲، ۶۷
- درومیوسورس ۱۷۹، ۱۸۳
- درومیوسوریدا ۵، ۵۱، ۱۶۳، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳
- درومیوسورینها ۱۷۹، ۱۸۲، ۱۸۳
- دریپوسورس ۱۴۹، ۱۴۸
- دسماتوسورس ۲۰
- دنبالچه
- استخوان ۱۷۰، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۴
- دندان ۸، ۹، ۱۱، ۲۱، ۵۲، ۵۳، ۶۳، ۷۰، ۷۲، ۷۳، ۷۵، ۸۱، ۹۵، ۱۱۱، ۱۲۱، ۱۲۶، ۱۵۲، ۱۵۶، ۱۹۳، ۲۰۴
- دندرونیکوتیدس ۴۲
- دوبریولوسورس ۱۳۳
- دوریزستان ۱۵، ۲۰، ۲۸، ۳۷، ۳۹، ۲۰۱
- دولودون ۶۸
- دیپلودوکوس ۱۰۵
- دیپلودوسیدا ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۹
- دیپلودوسینها ۱۰۵
- دیپلودوکوتیدها ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۴، ۱۱۶، ۱۳۱، ۱۳۹
- دیپلودوکوس ۱۷، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۸، ۱۰۹
- دیپکروسورس ۱۰۶، ۱۶
- دیپکروسوریدا ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶
- دیپلوتک ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۴۸، ۱۴۹
- رایدودونتیدها ۶۲
- رایتورکس ۱۴۹، ۱۵۲، ۱۵۳
- رایه توسورس ۱۱۴، ۱۱۵
- راجابوسور ۱۲۷، ۱۳۱
- رامفورینکوس ۲۰۷، ۲۵
- رامفورینکیدا ۴۵
- راهوانایس ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱
- ریاچی سوریدا ۴۷، ۴۸، ۹۷، ۱۹۱، ۱۹۷، ۱۹۹، ۱۲۶، ۱۲۶، ۱۵۵، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۷
- ردیا ۹، ۴۷، ۱۰۷، ۱۵۵، ۲۰۳، ۲۰۴
- روبیوسورس ۸۴، ۸۵
- روتودون ۴۰
- روسترا ل
- استخوان ۵۲، ۵۳، ۸۱، ۸۵
- روگوس ۱۳۱
- رین چنیا ۱۶۹
- ریوها سورس ۱۷، ۹۵
- ریوها سوریدا ۹۴، ۹۵، ۹۶

ز

- زانایازار ۱۷۴، ۱۷۵
- زنیس ایمس ۱۹۶، ۱۹۷
- زویای سورس ۱۲۳، ۱۲۵
- زوی سراتوس ۸۱، ۸۴، ۸۵

ژ

- ژیجیانگپ تروس ۴۵

س

- ساراسورس ۹۴، ۹۵
- سارکوسورس ۳۹، ۴۰
- ساگون ۱۷۹، ۱۸۳
- سالتاسورس ۱۱۷، ۱۱۵، ۱۱۷
- سالتاسوریدا ۱۱۴، ۱۱۵
- سایچانیا ۵۹
- سایلی سورس ۴۶
- سایلی سوریدا ۴۶
- سایموسورس ۴۰
- ساینتوتیرانوس ۱۴۹
- ساینتوتیرانوس ۱۷۵
- ساینتوتیرانوس ۱۶۳
- ساینتورینس ۱۹۰، ۱۹۱
- ساینتوسراتوس ۸۴، ۸۵

- ساینتوسورپتریکس ۱۴۶
- ساینتوسونه سورس ۱۷۵
- ساینتوکالیوپتریکس ۱۴۷
- ساینتونه تروس ۳۴
- ساینتوینه تور ۱۶۳، ۱۷۵، ۱۹۲
- سایپورینس ۱۶۴، ۱۸۸، ۱۸۹
- سایپوریدا ۱۰۰، ۱۰۱
- سرایپوها ۵۳، ۵۴، ۵۶، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۴
- سراتوپسها ۵۰، ۵۱، ۵۶، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۴
- سراتوپسیدا ۵، ۸۱، ۸۲، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹
- سراتوپسیدا ۱۰۸، ۱۲۹
- سراتوسورس ۱۲۷، ۱۲۸
- سراتوسوریدا ۵، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۶۴، ۱۹۲
- سریاما ۱۷۲، ۱۹۹
- سگرتوسورس ۷۲
- سگتوسورس ۱۶۰، ۱۶۳
- سگتوسورس ۸۵، ۸۴، ۱۷
- سگتوسورینها ۴۴، ۸۵
- سخت‌وساز ۲۹، ۳۵، ۳۷، ۹۳، ۱۴۵
- سورپتریکسها ۲۹، ۳۶
- سورپسیدا ۲۹
- سورپلنا ۱۷، ۵۸، ۵۹
- سورپودها ۵۱، ۵۶، ۹۰، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۹، ۱۲۴، ۱۴۵، ۱۵۵
- سورپودومورفها ۵، ۲۴، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲، ۱۰۰۳، ۱۰۰۴، ۱۰۰۵، ۱۰۰۶، ۱۰۰۷، ۱۰۰۸، ۱۰۰۹، ۱۰۱۰، ۱۰۱۱، ۱۰۱۲، ۱۰۱۳، ۱۰۱۴، ۱۰۱۵، ۱۰۱۶، ۱۰۱۷، ۱۰۱۸، ۱۰۱۹، ۱۰۲۰، ۱۰۲۱، ۱۰۲۲، ۱۰۲۳، ۱۰۲۴، ۱۰۲۵، ۱۰۲۶، ۱۰۲۷، ۱۰۲۸، ۱۰۲۹، ۱۰۳۰، ۱۰۳۱، ۱۰۳۲، ۱۰۳۳، ۱۰۳۴، ۱۰۳۵، ۱۰۳۶، ۱۰۳۷، ۱۰۳۸، ۱۰۳۹، ۱۰۴۰، ۱۰۴۱، ۱۰۴۲، ۱۰۴۳، ۱۰۴۴، ۱۰۴۵، ۱۰۴۶، ۱۰۴۷، ۱۰۴۸، ۱۰۴۹، ۱۰۵۰، ۱۰۵۱، ۱۰۵۲، ۱۰۵۳، ۱۰۵۴، ۱۰۵۵، ۱۰۵۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۸، ۱۰۵۹، ۱۰۶۰، ۱۰۶۱، ۱۰۶۲، ۱۰۶۳، ۱۰۶۴، ۱۰۶۵، ۱۰۶۶، ۱۰۶۷، ۱۰۶۸، ۱۰۶۹، ۱۰۷۰، ۱۰۷۱، ۱۰۷۲، ۱۰۷۳، ۱۰۷۴، ۱۰۷۵، ۱۰۷۶، ۱۰۷۷، ۱۰۷۸، ۱۰۷۹، ۱۰۸۰، ۱۰۸۱، ۱۰۸۲، ۱۰۸۳، ۱۰۸۴، ۱۰۸۵، ۱۰۸۶، ۱۰۸۷، ۱۰۸۸، ۱۰۸۹، ۱۰۹۰، ۱۰۹۱، ۱۰۹۲، ۱۰۹۳، ۱۰۹۴، ۱۰۹۵، ۱۰۹۶، ۱۰۹۷، ۱۰۹۸، ۱۰۹۹، ۱۱۰۰، ۱۱۰۱، ۱۱۰۲، ۱۱۰۳، ۱۱۰۴، ۱۱۰۵، ۱۱۰۶، ۱۱۰۷، ۱۱۰۸، ۱۱۰۹، ۱۱۱۰، ۱۱۱۱، ۱۱۱۲، ۱۱۱۳، ۱۱۱۴، ۱۱۱۵، ۱۱۱۶،

یوپارکریا ۳۹ •
 یوپلوسفالوس ۱۷، ۶۰ •
 یونارابتور ۱۷۹، ۱۸۳، ۱۹۶ •
 یوناسراتوس ۸۷ •
 یوناتیانوسورها ۱۱۵ •
 یودرومیوسورها ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۱، ۱۸۳ •
 یوریپودها ۵۴، ۵۷، ۵۹ •
 یوسورپودها ۵، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱ •
 یومانی رابتورها ۵، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۳، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۷۲، ۱۶۳ •
 یومانی رابتورها ۵، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۳، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۷۲، ۱۶۳ •
 ۱۸۵، ۱۸۴، ۱۸۲، ۱۷۴، ۱۷۳، ۱۷۲، ۱۶۳، ۱۸۲ •
 ۲۰۷، ۲۰۴، ۱۹۲، ۱۸۶ •
 یونانوسوریداها ۹۹، ۹۵، ۹۴ •
 بین لوبگ ۷۷، ۸۱ •

همنوع خوار ۱۲۲، ۱۲۹، ۱۵۵ •
 همنوع خوار ۱۵۴ •
 هه یوانیا ۱۶۹ •
 هواژین ۱۶۳، ۱۹۹ •
 هوئیائنگوسورس ۱۶، ۱۷، ۵۶، ۵۷ •
 هیپاکروسورس ۲۰۷، ۷۲ •
 هیپسیلوفودون ۶۲ •
 هیپودراکو ۶۷، ۶۸ •

ی

یاکاریائی ۴۱ •
 یانگ جوانوسورس ۱۴۰ •
 یونوریتها ۱۸۹ •

هادروریداها ۷۰، ۷۱، ۸۴ •
 هاریبی مایموس ۱۵۷، ۱۶۳ •
 هترودونتوسورس ۷۷، ۷۵، ۱۶ •
 هترودونتوسوریداها ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۷۶، ۷۷، ۸۰ •
 هترودونتوسوریفورمها ۵، ۵۲، ۶۲، ۷۷ •
 هیراسورس ۱۶، ۱۷، ۹۰، ۹۱، ۲۰۷ •
 هیراسوریداها ۲۴، ۲۵، ۹۰، ۹۱ •
 هسپرونیتها ۱۸۹ •
 هسپرونیس ۱۹۱، ۱۹۳، ۱۹۸، ۲۰۷ •
 هسپرونیکوس ۱۸۲، ۱۸۳ •
 همبسته •
 تکامل ۶، ۸۳ •
 همگرا •
 تکامل ۵، ۴۱، ۸۰، ۸۳، ۱۱۴، ۱۳۹، ۱۶۲، ۱۶۴ •
 تکامل ۱۹۴ •

ولاسیرابتور ۱۰، ۱۶، ۸۳، ۱۴۵، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۲ •
 ۱۸۳ •
 ولاسیرابتورینها ۱۷۹، ۱۸۲، ۱۸۳ •
 ولایس سورس ۱۲۷ •
 ووتروسورس ۵۶ •
 وولکانودونتیداها ۹۸، ۹۹ •

ه

هابلوکاپروس ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۹۲ •
 هادرورس ۱۱، ۷۲، ۷۱ •
 هادرورها ۴، ۶۷، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۸۰ •
 ۸۱، ۸۲، ۸۴، ۸۷، ۱۰۸، ۱۵۲، ۱۵۴، ۱۵۵ •

نمایه نام‌های علمی

نام خانواده‌ها و تبارهای بزرگتر با حروف درشت و نام سرده‌ها (جنس‌ها) با حروف خوابیده نوشته شده‌اند.

A

Aardonyx ۹۷، ۹۹ •
Abelisauridae ۱۲۷ •
Abelisauroidae ۱۲۷ •
Abelisaurus ۱۳۱ •
Achelousaurus ۸۴، ۸۵ •
Achillobator ۱۷۹، ۱۸۳ •
Acrocanthosaurus ۱۴۰، ۱۴۱ •
Aeolosauridae ۱۱۴، ۱۱۵ •
Aetosaur ۴۰ •
Aetosuria ۳۹ •
Agustinia ۱۱۴ •
Alamosaurus ۱۷ •
Albertaceratops ۸۴، ۸۵ •
Albertosaurus ۱۵۰ •
Alioramus ۱۵۰ •
Allosaurus ۴۸، ۱۳۳، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۵۲ •
Altirhinus ۶۷، ۷۱، ۷۲ •
Alvarezsauridae ۱۶۵ •
Alvarezsaurinae ۱۶۵ •
Alvarezsauroidae ۱۵۹، ۱۶۵ •
Alvarezsaurus ۱۷ •
Alxasaurus ۱۶۱ •
Amargasaurus ۱۷، ۱۰۶ •
Amniota ۲۹ •
Amphicoelus ۱۰۸ •
Anapsida ۲۹ •
Anchiceratops ۸۴ •
Anchiorhinus ۱۷۴، ۱۷۵ •
Anchisauria ۹۵، ۹۹ •
Anchisaurus ۹۵، ۹۹ •
Andesaurus ۱۱۴، ۱۱۵ •
Ankylopollexia ۶۲، ۶۶، ۶۷ •
Ankylosauria ۵۰، ۵۴، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۷۸ •
Ankylosauridae ۵۸، ۵۹ •
Antarctosauridae ۱۱۴، ۱۱۵ •
Antetonitrus ۹۹ •
Anurognathidae ۴۲، ۴۵ •
Apatosaurinae ۱۰۵ •
Apatosaurus ۱۷، ۱۰۵، ۱۴۰ •
Appalachiosaurus ۱۴۹ •
Apteryx ۱۹۴ •
Archaeopteryx ۱۷۳، ۱۸۸، ۱۸۹ •
Archaeornithomimus ۱۶۳ •
Archosauria ۳۹، ۳۹ •
Archosauromorpha ۳۹ •
Argentinosaurus ۱۱۹ •
Argyrosauridae ۱۱۴، ۱۱۵ •
Arizonasaurus ۳۹، ۴۰ •
Arrhinoceratops ۸۴ •
Atracriptator ۱۷۹، ۱۸۳ •
Aucasaurus ۱۷۸، ۱۷۱ •
Australovenator ۱۶، ۱۴۵ •
Austrotraptor ۱۷۹، ۱۸۱ •

Averostra ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۷، ۱۳۳ •
Aves ۲۰، ۳۹، ۱۷۳، ۱۸۷، ۱۸۹ •
Avetheropoda ۱۲۳، ۱۴۱، ۱۴۷ •
Avialae ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹ •
Avimimus ۱۶۹ •
Avisaurus ۱۹۰ •
Azhdarchidae ۴۴، ۴۵ •

B

Bactrosaurus ۷۰، ۷۱ •
Balaur ۱۸۳ •
Bambiraptor ۱۷۹، ۱۸۳ •
Baryonyx ۱۳۷ •
Beipiaosaurus ۱۶۱، ۱۷۰ •
Beishanlong ۱۵۷ •
Bistahieversor ۱۴۹، ۱۵۰ •
Brachiosauridae ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۴ •
Brachiosaurus ۱۷، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۹ •
Brachylophosaurus ۷۲ •
Brachytrachelopan ۱۰۶ •
Buitreraptor ۱۸۱ •
Byronosaurus ۱۷۵ •

C

Camarasaurus ۴۸، ۱۱۰، ۱۱۱ •
Camptosauridae ۶۷ •
Camptosaurus ۱۷، ۴۸، ۶۶ •
Carcharodontosauridae ۱۴۰، ۱۴۱ •
Cariama ۱۷۲ •
Carinatae ۱۹۴ •
Carnosauria ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۳۷، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۷ •
Carnotaurus ۱۷، ۱۲۷، ۱۳۱، ۱۳۹ •
Caudipterygidae ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۹ •
Caudipteryx ۱۶۷ •
Centrosaurinae ۸۴، ۸۵ •
Centrosaurus ۱۷، ۸۴، ۸۵ •
Cerapoda ۵۲، ۵۴، ۶۲، ۷۷ •
Ceratopsia ۵۰، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۹۷ •
Ceratopsidae ۸۱، ۸۴، ۸۵ •
Ceratosauria ۱۲۳، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۳، ۱۲۷، ۱۶۵ •
Ceratopsaurus ۱۷، ۱۲۷ •
Cetiosauridae ۱۰۰، ۱۰۱ •
Changchengornis ۱۹۰ •
Chaoyangsaurus ۸۱ •
Chasmosaurinae ۸۴ •
Chasmosaurus ۸۴ •
Chelonina ۲۹ •
Chilantaisaurus ۱۴۱ •
Chirostenotes ۱۶۹ •
Citipati ۱۶۹ •
Coahuilaceratops ۸۴ •
Coelophysidae ۱۲۳ •
Coelophysis ۱۶، ۱۷، ۱۲۳ •
Coelurosauria ۱۲۰، ۱۲۳، ۱۴۱، ۱۴۷ •
Compsognathidae ۱۴۷ •
Compsognathus ۱۴۷ •

Concavenator ۱۴۰ •
Conchoraptor ۱۶۹ •
Confuciusornis ۱۹۰ •
Confuciusornithidae ۱۸۸، ۱۸۹ •
Corythosaurus ۷۲، ۷۴ •
Crocodylia ۲۹ •
Crurotarsi ۳۸ •
Cryolophosaurus ۱۲۵ •
Ctenochasmatidae ۴۳، ۴۵ •
Cynognathus ۲۴ •

D

Dacentrurus ۵۶، ۵۷ •
Darwinopterus ۴۴، ۴۵ •
Daspletosaurus ۱۵۰ •
Deinocheirus ۱۵۷، ۱۶۹ •
Deinonychosauria ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۵، ۱۷۹ •
Deinonychus ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۳ •
Dendrorhynchoides ۴۲ •
Desmatosuchus ۴۰ •
Diabloceratops ۸۴، ۸۵ •
Diapsida ۱۹، ۲۹ •
Dicraeosauridae ۱۰۵ •
Dicraeosaurus ۱۶، ۱۰۶ •
Dilong ۱۴۸، ۱۴۹ •
Dilophosauridae ۱۲۳، ۱۲۵ •
Dilophosaurus ۱۷، ۱۲۵ •
"Dilophosaurus" sinensis ۱۲۵ •
Dimetrodon ۳۴ •
Dimorphodon ۴۵ •
Dinornis ۱۹۶ •
Dinosauria ۱۹، ۲۴، ۴۶، ۴۷، ۵۲، ۹۱، ۲۰۹ •
Dinosauromorpha ۴۶، ۴۷ •
Diplodocidae ۱۰۵ •
Diplodocinae ۱۰۵ •
Diplodocoidea ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۵، ۱۱۱، ۱۱۴ •
Diplodocus ۱۷، ۱۰۵ •
Dollodon ۶۸ •
Dracovenator ۱۲۵ •
Dromaeosauridae ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۸، ۱۷۹ •
Dromaeosaurinae ۱۷۹، ۱۸۳ •
Dromaeosaurus ۱۷۹، ۱۸۳ •
Dryomorpha ۶۲، ۶۷ •
Dryosauridae ۶۲، ۶۷ •
Dryptosaurus ۱۴۸، ۱۴۹ •
Dsungaripteridae ۴۵ •
Dsungaripterus ۴۵ •
Dubreuillosaurus ۱۲۳ •

E

Edaphosaurus ۳۴ •
Edmontosaurus ۷۲ •
Effigia ۳۹، ۴۰ •
Eimiosaurus ۸۴، ۸۵ •
Elaphrosauria ۱۲۶، ۱۲۷ •

Elaphrosaurus ۱۲۶، ۱۲۷ •
Elmisaurinae ۱۶۶، ۱۶۹ •
Elmisaurus ۱۶۹ •
Emausaurus ۵۴ •
Enantiornithes ۱۸۸، ۱۸۹ •
Eocursor ۵۰، ۵۲ •
Eodromaes ۱۲۰، ۱۲۱ •
Eoraptor ۴۸، ۹۴، ۹۵، ۱۲۰ •
Eotriceratops ۸۴ •
Eotyrannus ۱۴۸، ۱۴۹ •
Eozostrodon ۳۴ •
Epidendrosaurus ۱۶، ۱۸۶، ۱۸۷ •
Epidexipteryx ۱۸۶، ۱۸۷ •
Erlicosaurus ۱۶۱ •
Eshanosaurus ۱۶۱ •
Eudromaeosauria ۱۷۸، ۱۸۱، ۱۷۸، ۱۸۱ •
Eumaniraptora ۱۵۹، ۱۶۷، ۱۷۲، ۱۷۳ •
Euoplocephalus ۱۷، ۶۰ •
Euparkeria ۳۹ •
Europasaurus ۱۱۰، ۱۱۱ •
Euryptoda ۵۲، ۵۷، ۵۹ •
Eusauropoda ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱ •
Eutitanosauria ۱۱۵ •

F

Falcarius ۱۶۱ •
Fukuiraptor ۱۴۱ •
Futalognkosaurus ۱۱۹ •

G

Gallimimus ۱۶، ۱۵۷ •
Galloanserae ۱۹۴ •
Gansus ۱۹۲ •
Garudimimus ۱۵۷ •
Gasosaurus ۱۴۰ •
Genasauria ۵۲، ۵۴ •
Giganotosaurus ۱۷، ۱۳۹، ۱۴۱ •
Gigantoraptor ۱۶۹ •
Gigantospinosaurus ۵۶، ۵۷ •
Giraffatitan ۱۶، ۱۱۰ •
Gorgosaurus ۱۵۰ •
Goyocephale ۷۷، ۷۹ •
Graciliraptor ۱۸۳ •
Gryposaurus ۷۲، ۷۵ •
Guaibasauridae ۹۴، ۹۵ •
Guanlong ۱۴۸، ۱۴۹ •

H

Hadrosauria ۶۷، ۷۰، ۷۱، ۸۰، ۱۱۰ •
Hadrosauridae ۱۹، ۷۱ •
Hadrosaurus ۷۱، ۷۲ •
Haplocanthosaurus ۹۲ •
Haplocheirus ۱۶۵ •
Harpia ۱۹۴ •
Harpimimus ۱۵۷ •

auridae 22, 25, 91 •
 aurus 16, 17, 91 •
 ychus 183 •
 nis 191 •
 rnithes 189 •
 ontosauridae 52, 77, 78 •
 ontosauriformes 52, 62, 77 •
 ntosaurus 16, 75, 77 •
 ia 169 •
 ico 67, 68 •
 osaurus 16, 17, 56, 57 •
 saurus 72 •
 rhodon 17, 62 •

nis 189, 192, 194 •
 sauria 29 •
 lossus 67, 68 •
 on 67 •
 lonia 62 •
 saurus 167 •
 ae 166, 169 •
 177 •
 s 116 •

terus 50 •
 nis 188, 189 •
 i 71 •
 opteryx 175 •
 ator 177 •

neyeria 22 •
 en 199 •
 saurus 56, 57 •
 69 •
 s 189 •
 osaurus 50 •
 ceratops 82, 85 •
 urus 72, 73 •

etonidae 67 •
 eosaurinae 19, 70, 71, 72 •
 osaurus 19, 72, 73, 74 •
 masaura 62, 85 •
 osauria 29 •
 ceratops 81 •
 ceratopsidae 81 •
 osaurus 50, 51 •
 ratops 80, 81 •
 ternus 16, 17, 122 •
 urus 16, 126 •
 nykus 165 •
 raptor 183 •
 osauria 114, 115 •

onaria 100, 101, 105, 110, 111 •
 arosaurus 114 •
 kala 179 •
 aura 72, 74 •
 agasaurus 16, 92, 127, 131 •
 enchisaurid 126 •
 enchisauridae 100, 101 •
 raptora 177, 157, 159 •
 raptoriformes 177, 179, 157, 159 •
 suchus 66, 67 •
 ginocephalia 50, 52, 77, 79, 81 •
 hosauria 122 •
 kasaurus 127 •
 opoda 95 •
 ospondylidae 94, 95 •
 alosauridae 122, 127 •
 alosauroidae 122 •
 apnosaurus 122 •
 raptor 121 •
 araptora 121 •
 177, 175 •
 inorosauridae 99 •
 inorosaurus 99 •
 ornithes 159, 161, 165 •

Metriorhynchus 20 •
 Microraptor 179, 183 •
 Microraptorinae 178, 179, 181, 178, 179, 181, 178, 179, 181 •
 Microvenator 169 •
 Minmi 16, 58, 59 •
 Miragaia 17, 56, 57 •
 Monolophosaurus 122 •
 Mononykus 16, 18, 165 •
 Muraenosaurus 27 •
 Muttaburrasaurus 155 •
 Muttaburrasaurus 62, 72, 75 •

N

"Nanotyrannus" 150 •
 Nanshiungosaurus 162 •
 Neimongosaurus 162 •
 Nemegtomaia 166, 169 •
 Nemegtosauridae 114, 115 •
 Nemegtosaurus 114 •
 Nemicolopterus 62 •
 Neoaves 194 •
 Neognathae 194 •
 Neornithes 189, 194 •
 Neosauropoda 100, 101, 105, 111 •
 Neotheropoda 120, 121, 122 •
 Neovenator 171 •
 Neovenatoridae 170, 171 •
 Neuquenraptor 181 •
 Nigersaurus 105 •
 Noasauridae 127 •
 Nodosauridae 58, 59 •
 Nomingia 169, 170 •
 Nothronychus 161 •
 Notosuchidae 29, 30 •
 Nyctosauridae 50 •
 Nyctosaurus 50 •

O

Olorotitan 72, 74 •
 Omeisaurus 102 •
 Ophalmosaurus 27 •
 Opisthocoelecaudia 119 •
 Opisthocomus 199 •
 Orkoraptor 171 •
 Ornithischia 19, 24, 66, 67, 50, 52, 91 •
 Ornithochiridae 50 •
 Ornithodira 29 •
 Ornithomimidae 157 •
 Ornithomimosauria 177, 157, 159 •
 Ornithomimus 17, 157, 162 •
 Ornithopoda 19, 50, 52, 62, 77, 97 •
 Ornithura 188 •
 Orodromeus 65 •
 Ouranosaurus 67, 106 •
 Oviraptor 16, 169 •
 Oviraptoridae 166, 167, 169 •
 Oviraptorinae 166, 169 •
 Oviraptorosauria 159, 166, 167, 172 •

P

Pachycephalosauria 50, 77, 78, 79, 81 •
 Pachycephalosaurus 17, 78, 79 •
 Pachyrhinosaurus 84, 85 •
 Pakasuchus 20 •
 Palaeognathae 194 •
 Panphagia 94 •
 Parasaurolophus 17, 72, 73 •
 Paraves 159 •
 Parvicursorinae 165 •
 Patagoniylus 162 •
 Patagopteryx 189 •
 Paxceratopsia 77 •
 Pedopenna 172, 173 •
 Pelecanimimus 157 •
 Pentaceratops 84, 86 •
 Phuwangosaurus 114, 115 •
 Phytosauria 29 •
 Pisanosaurus 52 •
 Plateosauridae 94, 95 •
 Plateosaurus 94, 176 •
 Polacanthidae 58, 59 •
 Prenoecephale 78, 79, 80 •
 Preondactylus 55 •
 Presbyornis 194 •
 Probactrosaurus 71 •

Proceratosauridae 179 •
 Proceratosaurus 178, 179 •
 Prosaurolophus 72 •
 "Prosauropods" 97 •
 Protarchaeopterygidae 166, 167 •
 Protarchaeopteryx 167 •
 "Protoavis" 191 •
 Protoceratops 16, 81, 178 •
 Protoceratopsidae 81 •
 Protodactylus 71 •
 Psittacosaur 97 •
 Psittacosauridae 81 •
 Psittacosaurus 80 •
 Pteranodon 62, 65 •
 Pterodactyloidea 62, 65 •
 Pterodactylus 65 •
 Pterodactyloidea 62, 65 •
 Pterosauria 62, 65, 67 •
 Pygostylia 188 •

R

Rahonavis 179, 181 •
 Rajasaurus 127, 131 •
 Rapetosaurus 114, 115 •
 Raptorex 189 •
 Rebbachisauridae 105 •
 Rhabdodontidae 62 •
 Rhamphorhynchidae 65 •
 Rhamphorhynchus 65 •
 Rhea 155 •
 Rinchenia 169 •
 Riojasauridae 94, 95 •
 Riojasaurus 17, 95 •
 Rubeosaurus 84, 85 •
 Rugops 171 •
 Rutiodon 20 •

S

Saltasauridae 114, 115 •
 Saltasaurus 17, 114 •
 Sapeornis 188, 189 •
 Sarahsaurus 94, 95 •
 Sarcosuchus 29, 30 •
 Saurischia 24, 25, 66, 67, 52, 91, 95 •
 Saurorhynchidae 70, 71, 72 •
 Saurolophus 72, 75 •
 Sauropelta 17, 58 •
 Sauropoda 91, 94, 99 •
 Sauropodomorpha 24, 91, 94, 95 •
 Sauroposeidon 111 •
 Sauropsida 29 •
 Saurorhynchidae 29 •
 Saurornithoides 174, 175 •
 Saurornitholestes 183 •
 Saurornitholestesinae 179, 183 •
 Saurornithosaurus 183 •
 Scansoriopterygidae 172, 186 •
 Scipionyx 177 •
 Scleromochlus 62, 65 •
 Scutellorhynchus 51 •
 Secernosaurus 72 •
 Segnosaurus 161 •
 Shanag 181 •
 Shantungosaurus 72, 73, 119 •
 Shenzhousaurus 157 •
 Shunosaurus 100, 101 •
 Shuvuua 165 •
 Silesauridae 66, 67 •
 Similicaudipteryx 166, 167 •
 Simosuchus 20 •
 Sinocalliopteryx 177 •
 Sinoceratops 84, 85 •
 Sinornis 190 •
 Sinornithoides 175 •
 Sinornithomimus 162 •
 Sinosauropteryx 177 •
 Sinotyrannus 179 •
 Sinovenator 175 •
 Sinraptor 170, 171 •
 Sinraptoridae 170, 171 •
 Sinusonasus 175 •
 Spheosuchidae 29, 30 •
 Spinophorosaurus 99, 100, 101 •
 Spinosauridae 122, 127 •
 Spinosaurus 17, 106, 119, 122, 127 •
 Squamata 29 •
 Stegoceras 17, 79 •

Stegosauria 50, 54, 56, 57, 59 •
 Stegosaurus 17, 56, 57, 176 •
 Stenopelix 78, 79 •
 Stokesosaurus 179 •
 Styracosaurus 84, 85 •
 Suchomimus 17, 20, 127 •
 Synapsida 20, 29 •

T

Tapejara 55 •
 Tapejaridae 55 •
 Tarbosaurus 16, 150, 152, 169 •
 Tawa 120, 121, 122 •
 Telmatosaurus 71, 72 •
 Tenontosaurus 17, 62, 67, 178 •
 Teratophoneus 150 •
 Terrestrialuchus 20 •
 Tetanurae 122, 125, 126, 127, 122 •
 Tethyshadros 70, 71 •
 Thalattosuchia 29, 30 •
 Thecodontosauridae 94, 95 •
 Therizinosauria 159, 161 •
 Therizinosauridae 161 •
 Therizinosaurus 16, 161, 169 •
 Theropoda 24, 91, 94, 95, 97, 120 •
 Thescelosauridae 62, 65 •
 Thescelosaurus 17 •
 Thyreophora 52, 54, 97 •
 Tianchiasaurus 58, 59 •
 Tianyulong 52 •
 Titanosauria 100, 110, 111, 114, 115 •
 Torosaurus 84 •
 Torvosaurus 122 •
 Triceratops 17, 84, 119 •
 Troodon 17, 174, 175 •
 Troodontidae 172, 172, 174, 175, 179 •
 Tropeognathus 55 •
 Tsagan 179, 183 •
 Tsintaosaurus 16, 72 •
 Tuojiangosaurus 16, 56, 57 •
 Turanoceratops 84, 85 •
 Turiasauria 100, 101 •
 Turiasaurus 100 •
 Tyrannoraptora 177, 179 •
 Tyrannosauria 177 •
 Tyrannosauridae 179, 150 •
 Tyrannosauroidae 177, 178, 179 •
 Tyrannosaurus 17, 119, 129, 150, 176 •

U

Unenlagia 181 •
 Unenlagiinae 179, 182 •
 Utahraptor 84 •
 Utahraptor 179, 182 •

V

Velociraptor 16, 82, 178, 179, 182 •
 Velociraptorinae 179, 182 •
 Velocisaurus 127 •
 Vulcanodontidae 99 •

W

Wuerhosaurus 56, 57 •

X

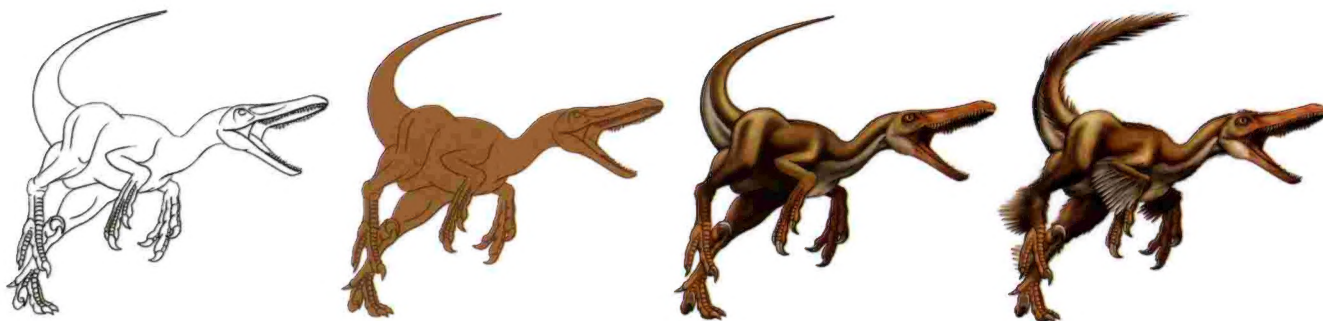
Xenicibis 196 •
 Xiongguanlong 178, 179 •

Y

Yacarerani 20 •
 Yangchuanosaurus 170 •
 Yinlong 77, 80, 81 •
 Yunnanosauridae 94, 95, 99 •

Z

Zanabazar 174, 175 •
 Zhejiangopterus 55 •
 Zuniceratops 81, 84, 85 •
 Zupaysaurus 122, 125 •



آنچه در این فرهنگ نامه می یابید:

- این کتاب با نگاهی علمی به تکامل و انقراض دایناسورها می کوشد در خواننده نگاهی مهربان تر نسبت به طبیعت ایجاد کند و با ارائه شواهد علمی از دوره دایناسورها، خطرهایی که محیط زیست امروز ما را تهدید می کنند، به مخاطبان خود بشناساند.
- در این کتاب تازه ترین یافته های علمی درباره دایناسورها با نگاهی کاملاً علمی و آموزشی به زبانی ساده و ملموس برای همه، به خصوص دانش آموزان، گردآوری شده است. مطالبی از قبیل رانش قاره ها و تاریخ زمین، پراکنش دایناسورها در جهان، تنوع زیستی، انقراض، بوم شناسی، رفتارشناسی دایناسورها و بسیاری اطلاعات دیگر درباره دایناسورهای سراسر جهان، و سرانجام دانستنی هایی منحصر به فرد درباره دایناسورهای ایران از جمله مطالبی هستند که برای نخستین بار به شکل علمی و دقیق در مجموعه ای تا این حد منسجم تدوین و تألیف شده اند.
- برای علاقه مندان به زیست شناسی، تکامل، جانوران، سنگواره ها و تاریخ گذشته زمین
- صدها تصویر رنگی، جذاب و دقیق، که حاصل کار تصویرگرانی ماهر است، به طور اختصاصی برای این کتاب تهیه و ترسیم شده و با هدف کمک به مخاطب جهت درک بهتر مطالب در سراسر کتاب گنجانده شده اند.
- اطلاعات یاد شده همراه با نمودارهای جذاب و گویا، درخت های تبارزایی کامل و نقشه های دقیق، درک و دریافت مطالب کتاب را آسان تر می کنند.

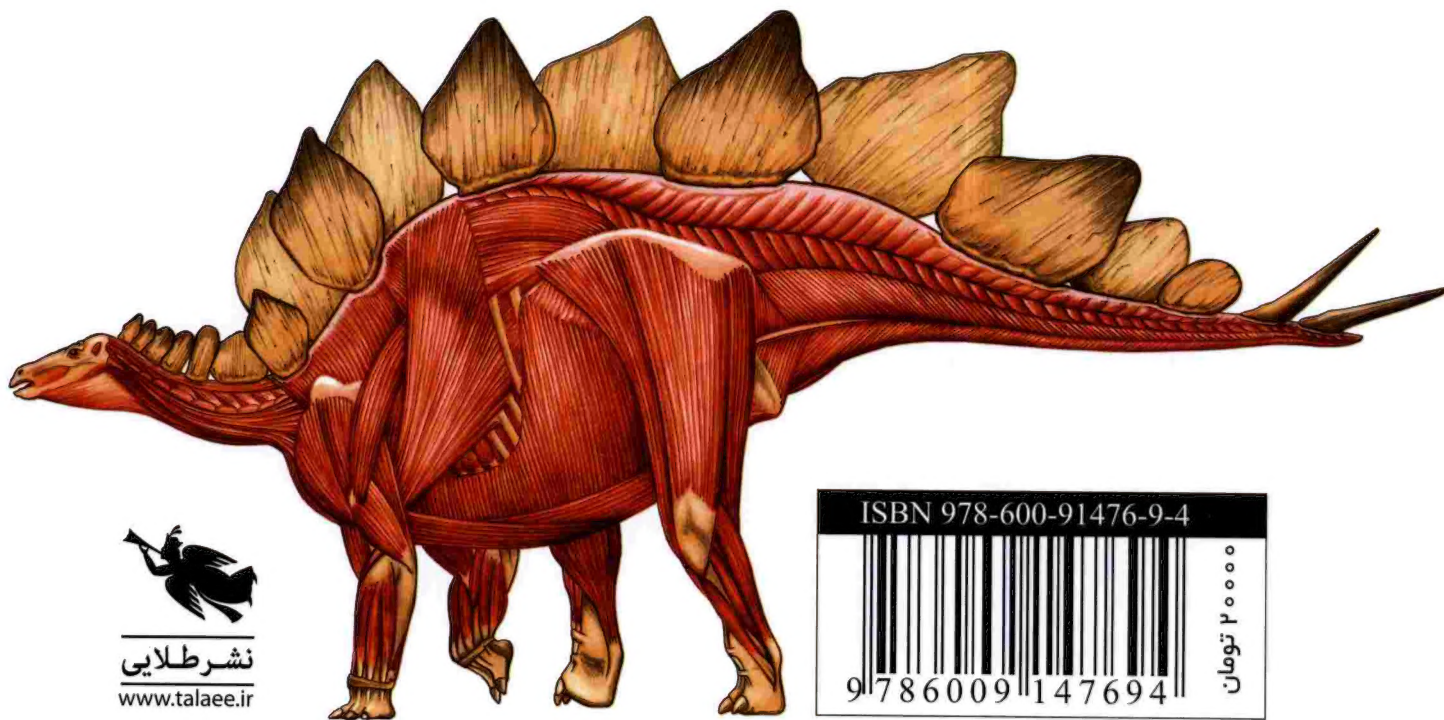
■ از مجموعه فرهنگی طلایی منتشر شده است:

فرهنگ نامه کلید دانش (کتاب سال ۱۳۸۶)، فرهنگ نامه نام آوران (کتاب سال ۱۳۸۸) فرهنگ نامه حیات وحش ایران (برگزیده

کتاب سال ۱۳۸۹)، فرهنگ نامه نجوم و فضا (جدید)، قصه های قرآنی (راه و چاه) (جدید)، فرهنگ نامه دایناسورها (جدید)

■ منتشر خواهد شد:

فرهنگ نامه قرآن، فرهنگ نامه نوجوانی، فرهنگ نامه تاریخ ایران، فرهنگ نامه هنر، فرهنگ نامه ادیان، فرهنگ نامه مشاغل و ...



نشر طلایی
www.talaee.ir

ISBN 978-600-91476-9-4



۲۰۰۰۰۰ تومان